

НОВѢЙШІЕ УСПѢХИ

АСТРОНОМІИ

Съ 72 иллюстраціями

Цѣна 75 коп.

ИЗДАНІЕ П. П. СОЙКИНА. С.-ПЕТЕРБУРГЪ
1914

К. Д. ПОКРОВСКІЙ
профессоръ Императорскаго Юрьевскаго Университета

НОВѢЙШІЕ УСПѢХИ АСТРОНОМІИ



Съ 72 иллюстраціями



ИЗДАНІЕ П. П. СОЙКИНА. С.-ПЕТЕРБУРГЪ
1914



Тип. П. П. Сойкина, СПБ. Стремянная, № 12

Новѣйшіе успѣхи астрономіи.

Неустанно работаетъ человѣческій геній въ стремленіи раскрыть тайны природы, познать законы бытія.

Онъ создаетъ новые методы, совершенствуетъ орудія прежнихъ и все больше и больше расширяетъ область точныхъ изслѣдованій.

Въ частности немалый прогрессъ можно отмѣтить и въ астрономіи. Интересно окинуть хотя бы общимъ взглядомъ, какія задачи она ставитъ себѣ въ настоящее время, какими располагаетъ средствами.

Новыя обсерваторіи.

Въ концѣ восьмидесятыхъ годовъ XIX столѣтія, какъ разъ четверть вѣка тому назадъ, начинаютъ свою дѣятельность двѣ, вновь построенныя, громадныя обсерваторіи: одна—на югѣ Франціи, въ Ниццѣ, на горѣ Гросъ, другая—въ Калифорніи, близъ Санъ-Франциско, на горѣ Гамильтона. Обѣ онѣ воздвигнуты на частныя средства, обѣ стоятъ на возвышенностяхъ, обѣ обставлены богато и владѣютъ гигантскими инструментами.

На сооруженіе первой обсерваторіи средства даны г. Рафаэлемъ Бишоффсхеймомъ. Ея главный инструментъ—огромный рефракторъ, объективъ котораго имѣетъ діаметръ въ 75 сантиметровъ, а фокусное разстояніе въ 18 метровъ, т. е. почти 9 саженъ. Онъ стоитъ въ изящной и удобной башнѣ, построенной по проекту знаменитаго инженера Эйфеля.

Особенностью этого удивительнаго сооруженія является то, что огромный куполъ плаваетъ въ кругломъ бассейнѣ, наполненномъ растворомъ хлористаго магнія. Вслѣдствіе этого, вращеніе его настолько легко, что можетъ быть выполнено безъ усилія однимъ человѣкомъ. Для удобства, тѣмъ не менѣе, приспособленъ электрическій моторъ. Кромѣ того, имѣется еще система колесъ, которыя сдерживаютъ качанія купола во время вѣтра и могутъ служить для его вращенія, независимо отъ того—плаваетъ ли онъ, или нѣтъ.

На обсерваторіи много и другихъ инструментовъ, имѣющихъ различныя назначенія. Всѣ они стоятъ въ помѣщеніяхъ, отличающихся цѣлесообразностью и изяществомъ. Особенно обратила на себя вниманіе установка измѣрительнаго прибора, такъ называемаго меридіаннаго круга, подъ раздвигающейся крышей. По этому образцу построено въ настоящее время уже много павильоновъ на обсерваторіяхъ различныхъ странъ.

Вторая обсерваторія носитъ имя американскаго богача Лика, стремившагося оставить по себѣ памятникъ на долгіе годы (рис. 1).

Въ то время какъ обсерваторія въ Ниццѣ стоитъ на высотѣ 372 метровъ, эта возвышается на 1100 метровъ. Она находится въ значительномъ отдаленіи отъ населенныхъ пунктовъ и въ зимнее время иногда бываетъ даже совершенно отрѣзана отъ людей.

Гигантскій рефракторъ Ликской обсерваторіи имѣетъ объективъ въ $91^1/_2$ сантиметровъ діаметровъ и 16,8 метроиъ фокуснаго разстоянія

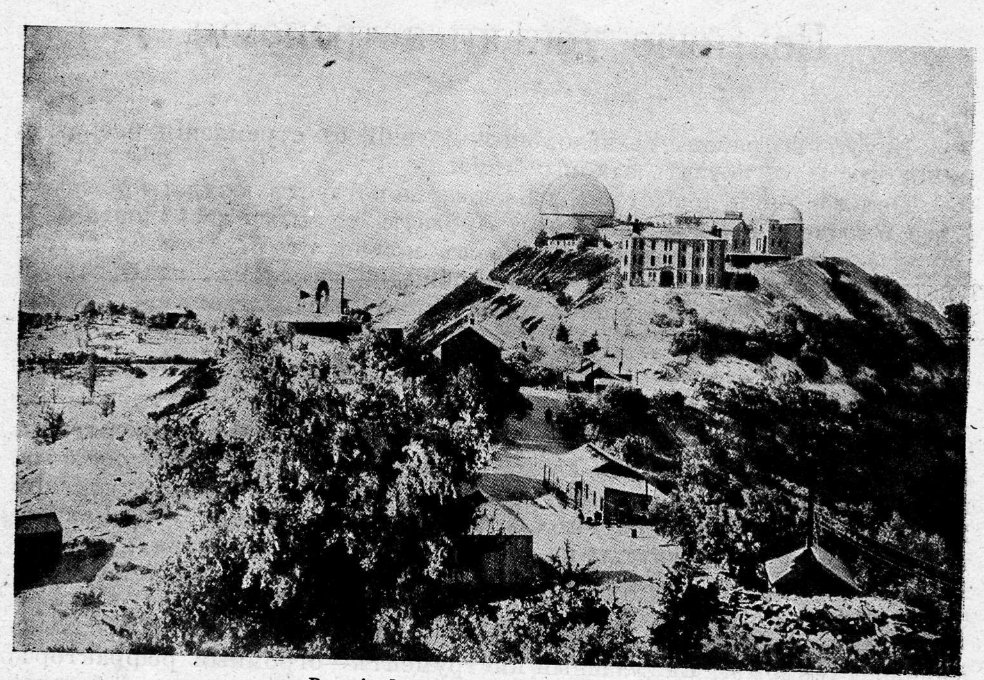


Рис. 1. Общій видъ обсерваторіи Лика.

(рис. 2). Отливка и шлифовка его стеколъ потребовали чрезвычайно много хлопотъ и времени. Казалось, что это предѣлъ, дальше котораго итти уже нельзя.

Цѣлый рядъ самыхъ разнообразныхъ и интересныхъ открытій и изслѣдованій сдѣланъ этимъ прекраснымъ инструментомъ.

Чрезвычайно интересныя наблюденія произведены также съ помощью рефлектора Крослей (рис. 3), у котораго объективомъ является зеркало въ 3 фута діаметромъ и $17^1/_2$ фут. фокуснаго разстоянія. Этотъ инструментъ былъ сдѣланъ Коммономъ въ Лондонѣ еще въ 1879 году. Коммонъ продалъ его въ гор. Галлифаксъ Крослею, а послѣдній подарилъ его обсерваторіи Лика вмѣстѣ съ башней, удобной конструкціи. Сооруженіе обсерваторіи Лика обошлось болѣе, чѣмъ въ 1.200.000 рублей.

Но не прошло и десяти лѣтъ со времени открытія этой обсерваторіи, какъ другой архимилліонеръ—Іерксъ строитъ для университета въ Чикаго еще большую обсерваторію. Обсерваторія называется университетской, но она находится отъ города въ 150 километрахъ и имѣетъ только научныя задачи. По внѣшнему виду это роскошный дворецъ

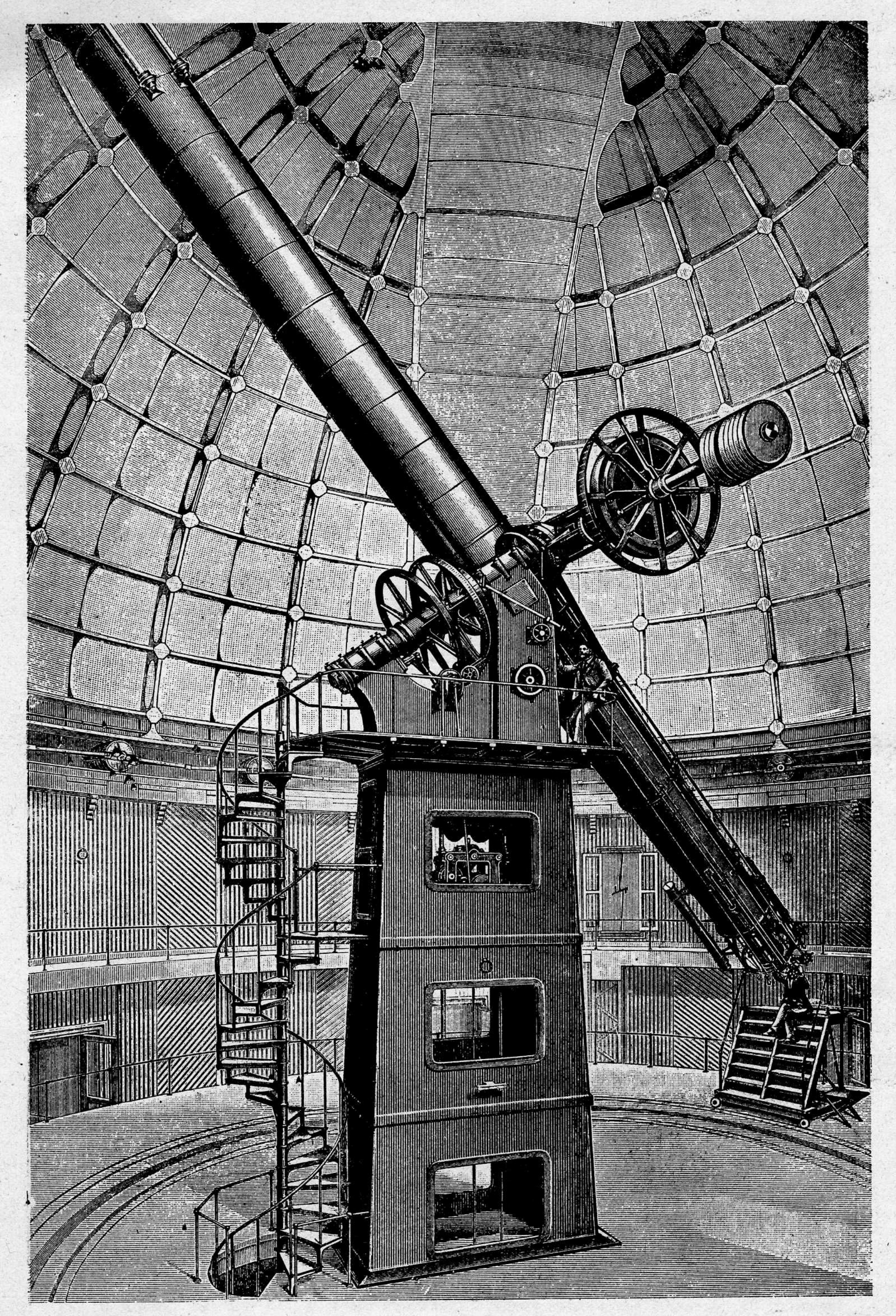


Рис. 2. 36-ти-дюймовый рефракторъ Ликской обсерваторіи.

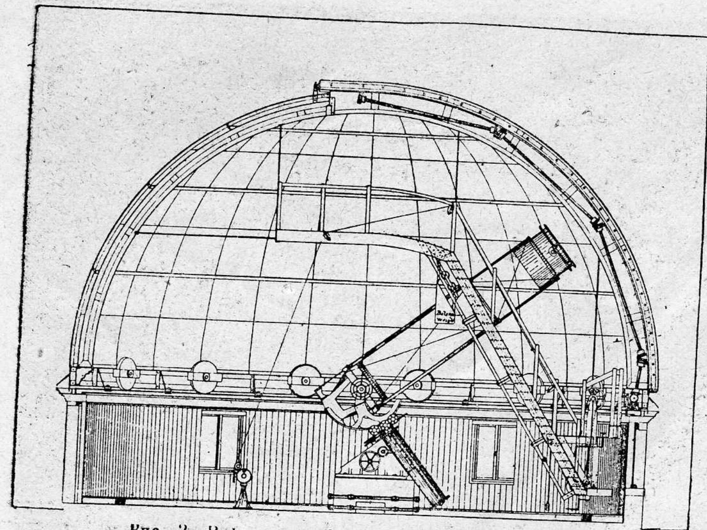


Рис. 3. Рефлекторъ Крослей на обсерваторіи Лика.

(рис. 4 и 5). Богато обставлена обсерваторія и инструментами. Ея гордость— первый по величинѣ въ мірѣ рефракторъ, объективъ котораго имѣетъ въ діаметрѣ больше метра (105 сантиметровъ), а фокусное разстояніе болѣе $18^1/_2$ метровъ. О размѣрахъ объектива даетъ представленіе рис. 6, на которомъ мы видимъ знаменитаго оптика Альвана Кларка, шлифовавшаго объективъ, и его главнаго мастера Лундина за работой. Двѣ линзы объектива вѣсятъ безъ оправы $12^1/_2$ пудовъ. Собранный рефракторъ въ башнѣ представляетъ грандіозное сооруженіе (рис. 7 и 8). Если труба поставлена вертикально, то объективъ ея поднимается надъ поломъ на высоту десяти саженъ, т. е. выше, чѣмъ седьмой этажъ большого дома. Рефракторъ Іеркской обсерваторіи такъ же, какъ и Ликскій, служитъ не для одной только цѣли, а для различныхъ изслѣдованій. Поэтому на окулярномъ

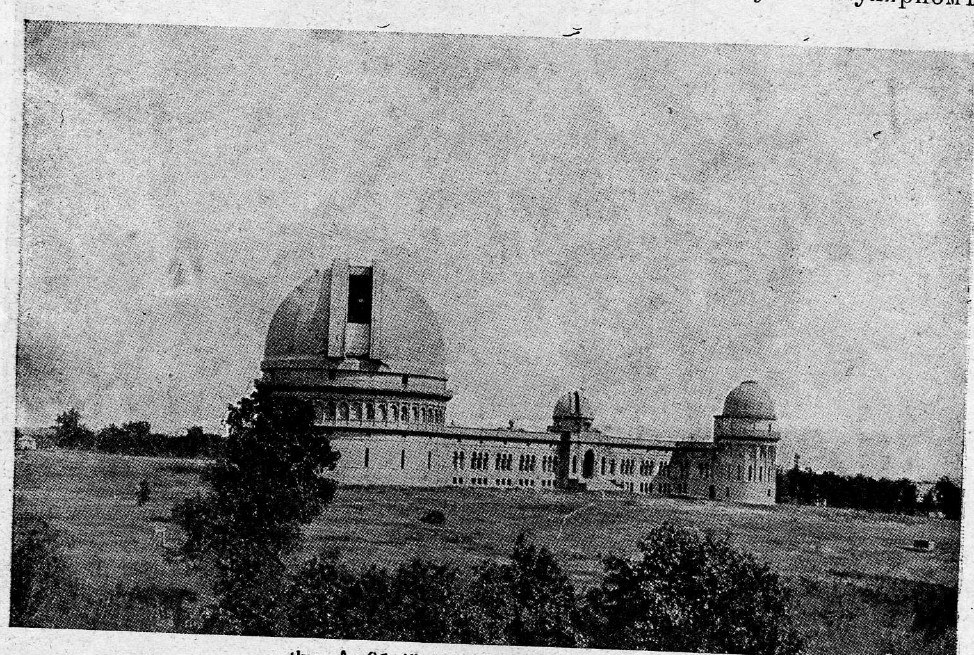


Рис. 4. Общій видъ обсерваторіи Іеркса.

Рис. 5. Геліостатъ на терассѣ обсерваторіи Іеркса.

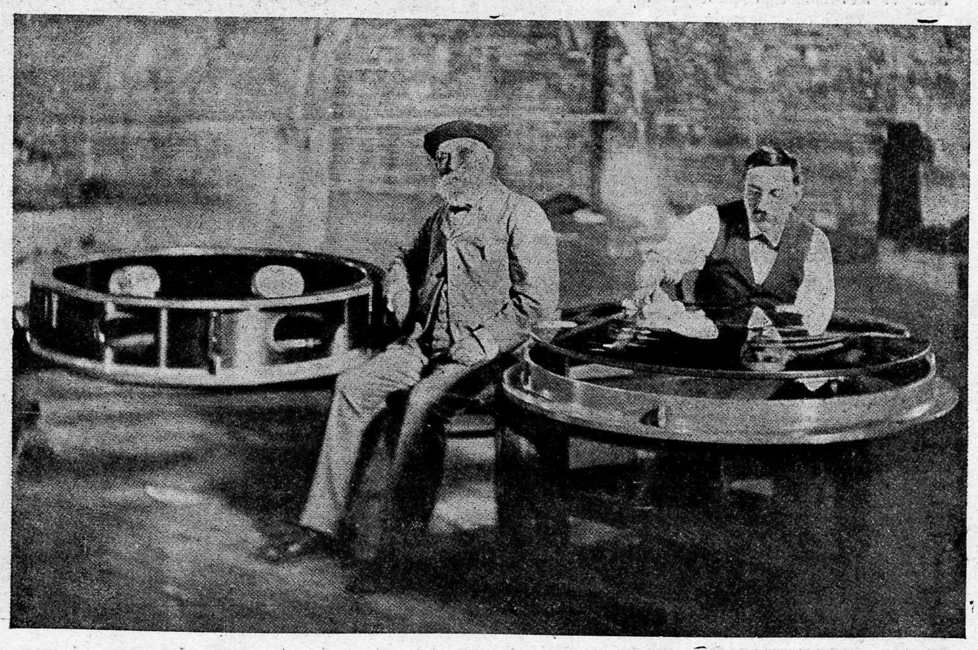
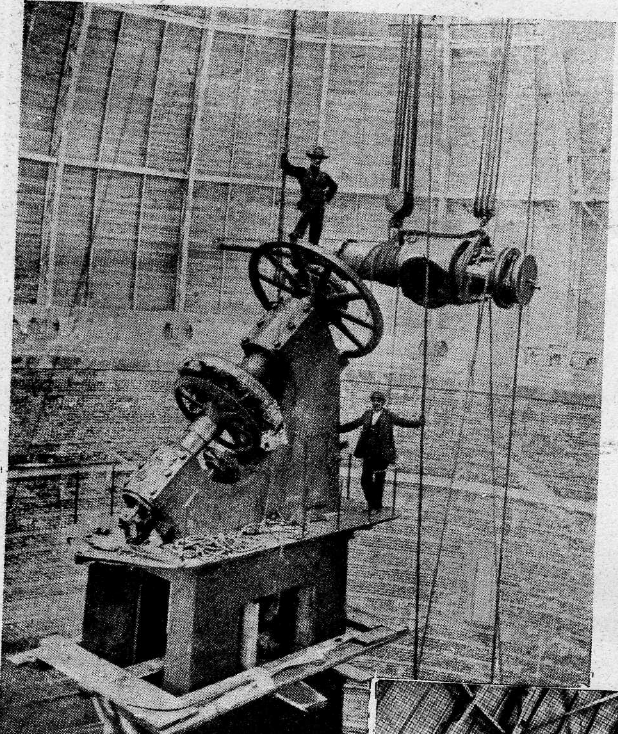


Рис. 6. Оптикъ Альванъ Кларкъ и его помощникъ Лундинъ около одной изъ линзъ 40-дюймоваго рефрактора обсерваторіи Іеркса.



концѣ трубы иногда укрѣпляется микрометръ, иногда спектрографъ — приборъ для фотографированія спектровъ звѣздъ, иногда спектрогеліографъ—приборъ для фотографированія въ различныхъ лучахъ поверхности солнца. Каждый изъ этихъ дополнительныхъ приборовъ имѣетъ очень большой вѣсъ, но смѣна одного другимъ здѣсь не составляетъ труда. Съ помощью особой тележки, которая принимаетъ снятый приборъ и подвозитъ другой, все производится быстро и плавно, безъ риска попортить дорогой инструментъ.

Рис. 7. Установка рефрактора Іеркской обсерваторіи.

Американскія сооруженія вообще отличаются грандіозностью и въ то же время удобствами.

Вмѣсто громадныхъ лѣстницъ, которыя употребляются при большихъ трубахъ въ Европѣ, на обсерваторіяхъ Лика и Іеркса устроены подъемные полы.

Весь полъ огромной башни съ помощью особаго механизма можетъ быть поднятъ по волѣ наблюдателя на какую-угодно высоту, такъ что даже при наблюденіи свѣтилъ близъ горизонта можно обойтись небольшой сравнительно лѣст-

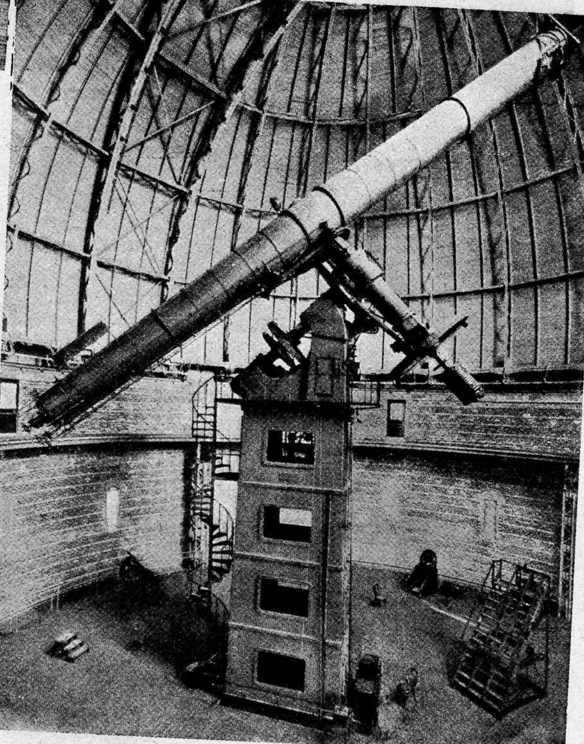


Рис. 8. 40-дюймовый рефракторъ обсерваторіи Іеркса.

ницей (рис. 9). Къ громадному дару Іеркса присоединились также пожертвованія другихъ меценатовъ. Такъ, на средства г-жи Брюсъ построенъ большой спектрографъ и фотографическій телескопъ съ пятью объективами въ 10, 6,5, 3,4 и 1,6 дюйма діаметрами (рис. 10).

Одной изъ главныхъ задачъ Іеркской обсерваторіи является изслѣдованіе солнца. Ея первый директоръ Хейль продолжалъ здѣсь въ широкой постановкѣ тѣ оригинальныя изслѣдованія, которыя онъ началъ еще въ 1889 г. на Кенвудской обсерваторіи. Но скоро и богатыя средства Іеркской обсерваторіи оказываются для этого недостаточными. Возникаетъ новая спеціально *Солнечная* обсерваторія. Мѣсто для этой обсерваторіи выбирается на горѣ Вильсонъ, на высотѣ 1750 метровъ,

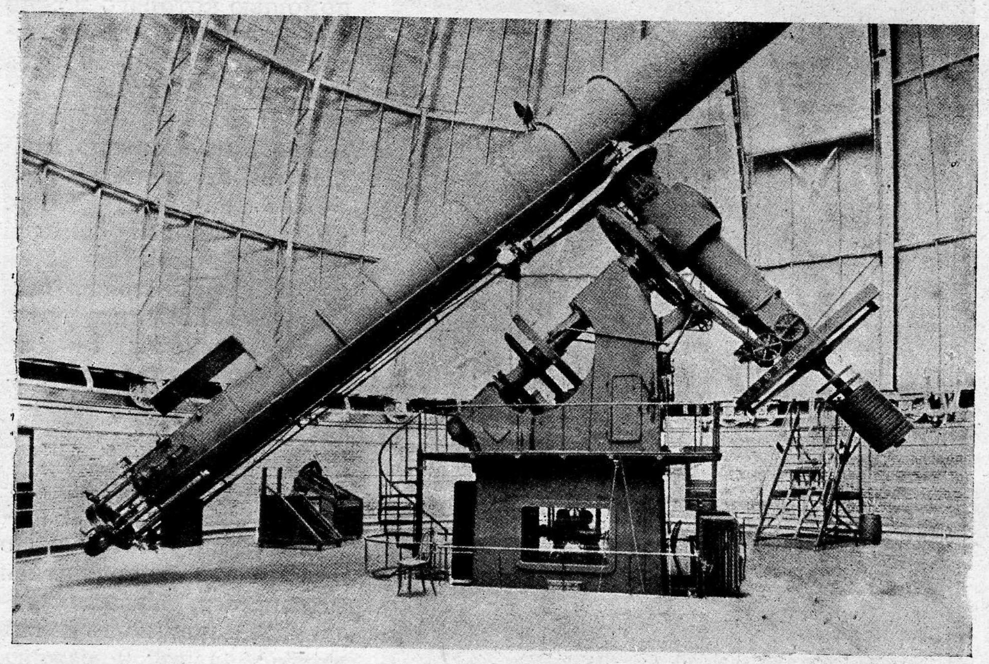


Рис. 9. Приподнятый полъ въ башнѣ 40-дюймоваго рефрактора на обсерваторіи Іеркса.

близъ города Посадена въ Калифорніи; средства на постройку даетъ, главнымъ образомъ, институтъ имени Карнеджи въ Вашингтонѣ. Были, впрочемъ, и другіе жертвователи: такъ, первый инструментъ, который поставленъ на Солнечной обсерваторіи, сооруженъ на средства миссъ Сно въ память ея отца. Весьма оригинальна конструкція телескопа Сно. Это скорѣе—цѣлый домъ, имѣющій видъ длиннаго коридора (рис. 11).

Въ южной части этого сооруженія, на высокомъ столбѣ устанавливается целостатъ—приборъ съ подвижнымъ зеркаломъ, съ помощью котораго солнечные лучи могутъ быть отброшены всегда въ одномъ и томъ же направленіи. Они направляются на второе плоское зеркало, которое отражаетъ лучи вдоль коридора, На пути этихъ лучей, приблизительно по серединѣ зданія, стоитъ вогнутое зеркало съ фокуснымъ разстояніемъ въ 60 футовъ. Оно собираетъ лучи въ фокусѣ и даетъ изображеніе солнца размѣромъ 6,7 дюйма въ діаметр.

Если нужно имѣть изображенiе большее по размѣрамъ, .о это вогнутое зеркало отодвигается въ сторону, и солнечные лучи идутъ дальше, до другого вогнутаго зеркала съ фокуснымъ разстоянiемъ въ 145 футовъ. Оно даетъ изображенiе солнца 16 дюймовъ въ дiаметрѣ.

Съ помощью большого спектографа, на щель котораго заставляютъ падать изображенiе солнца, изучаются спектры солнечныхъ пятенъ.

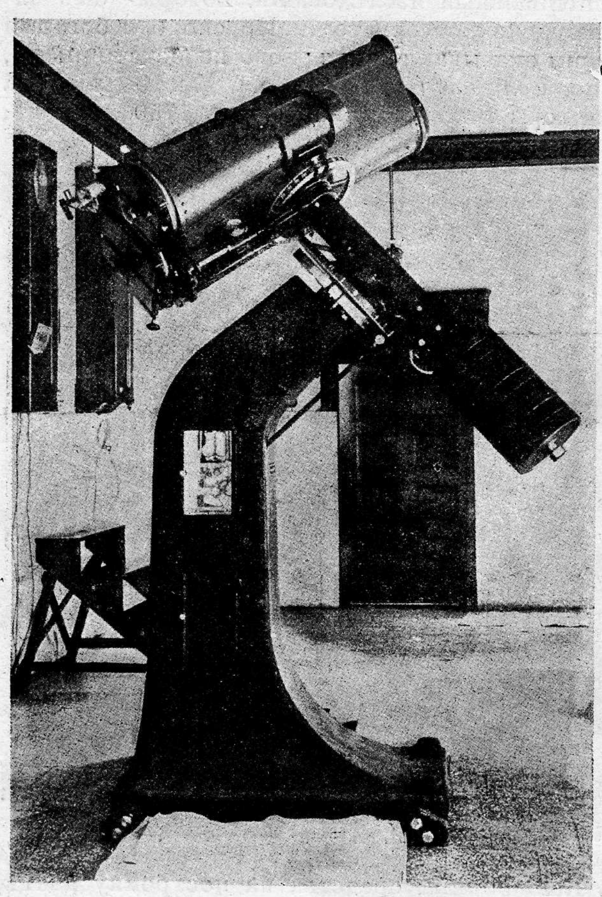


Рис. 10. Брюсъ-телескопъ на обсерваторiи Iеркса.

Спектрографъ можетъ быть замѣненъ спектрогелiографомъ, съ помощью котораго можно сфотографировать поверхность солнца въ тѣхъ или другихъ лучахъ.

Наконецъ, поворачивая вогнутое зеркало, дающее изображенiе солнца, можно направить лучи внутрь боковой камеры съ постоянной температурой. Въ ней стоитъ приборъ, съ помощью котораго изучается теплота излученiя различныхъ частей солнечной поверхности.

Такимъ образомъ, телескопъ Сно представляетъ собою цѣлую отдѣльную обсерваторiю. По идеѣ же это - неподвижная лежащая труба, или лучше, комбинацiя изъ двухъ трубъ: 1) въ 9 саженъ длины и 2) въ 21 саж. съ массой приборовъ различныхъ размѣровъ для разнообразныхъ изслѣдованiй.

Наблюденiя, сдѣланныя этимъ оригинальнымъ инструментомъ, дали весьма интересные результаты. Но вмѣстѣ съ тѣмъ они показали, что горизонтальные лучи, вслѣдствiе нагрѣванiя почвы, претерпѣваютъ неправильное преломленiе, которое иногда значительно портитъ изображенiе солнца. Вслѣдствiе этого рождается новая идея—построить неподвижную *стоящую* трубу.

Рис. 12 передаетъ видъ, такъ называемаго тауеръ-телескопа, представляющаго собой высокую башню. Наверху башни целостатъ и объективъ, дающiй изображенiе солнца внизу на столѣ, въ плоскости котораго помѣщается щель спектрографа и кассета. А подъ этимъ столомъ, въ землѣ, глубокiй колодецъ, на днѣ котораго помѣщается

специальный приборъ. Послѣдній можетъ быть использованъ для различныхъ цѣлей и, между прочимъ, для фотографированія поверхности солнца въ различныхъ лучахъ, какъ спектрогеліографъ.

На Солнечной обсерваторіи два инструмента такого типа. Тотъ, который построенъ раньше, имѣетъ слѣдующіе размѣры: діаметръ объектива—12 дюймовъ, его фокусное разстояніе—60 футовъ, глубина колодца—30 футовъ, такъ что надъ поверхностью земли вершина

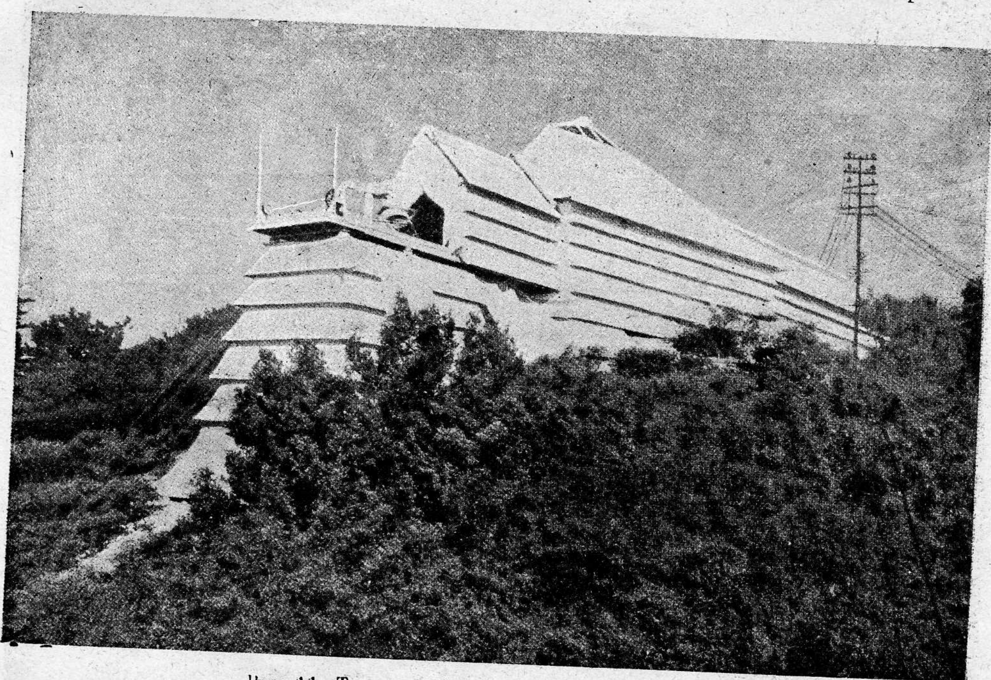


Рис. 11. Телескопъ Сно на Солнечной обсерваторіи.

башни поднимается выше, чѣмъ на 9 саженъ, а подъ землю инструментъ спускается еще на $4^1/_2$ сажени.

Второй тауэръ-телескопъ, сооруженный въ 1910 году, еще больше. Его башня поднимается на высоту 180 футовъ, а колодецъ имѣетъ глубину въ 75 футовъ, такъ что общая высота инструмента болѣе 36 саженъ. Объективъ, помѣщенный вмѣстѣ съ целостатомъ на вершинѣ, имѣетъ въ діаметрѣ 12 дюймовъ, его фокусное разстояніе—150 футовъ; при этомъ изображеніе солнца получается діаметромъ въ 17 дюймовъ.

Столъ со щелью и кассетами представляетъ также грандіозное и въ то же время чрезычайно тонкое въ механическомъ отношеніи сооруженіе.

Наше животворящее солнце, имѣющее такое огромное значеніе для земли, съ общей астрономической точки зрѣнія представляетъ собой такое же небесное тѣло, какъ и звѣзды, или обратно—звѣзды это такія же самосвѣтящіяся огромныя небесныя тѣла, какъ и наше солнце. Поэтому на солнечной обсерваторіи, параллельно съ непосредственными наблюденіями солнца, производятся также наблюденія, имѣющія цѣлью изслѣдованіе природы звѣздъ.

При самомъ основанiи обсерваторiи на ней былъ установленъ огромный рефлекторъ съ вогнутымъ параболическимъ зеркаломъ почти въ $^3/_4$ сажени дiаметровъ (60 футовъ 152 сантиметра) и почти 50-ти пудовъ вѣсомъ. Это зеркало въ соединенiи съ другими зеркалами можетъ

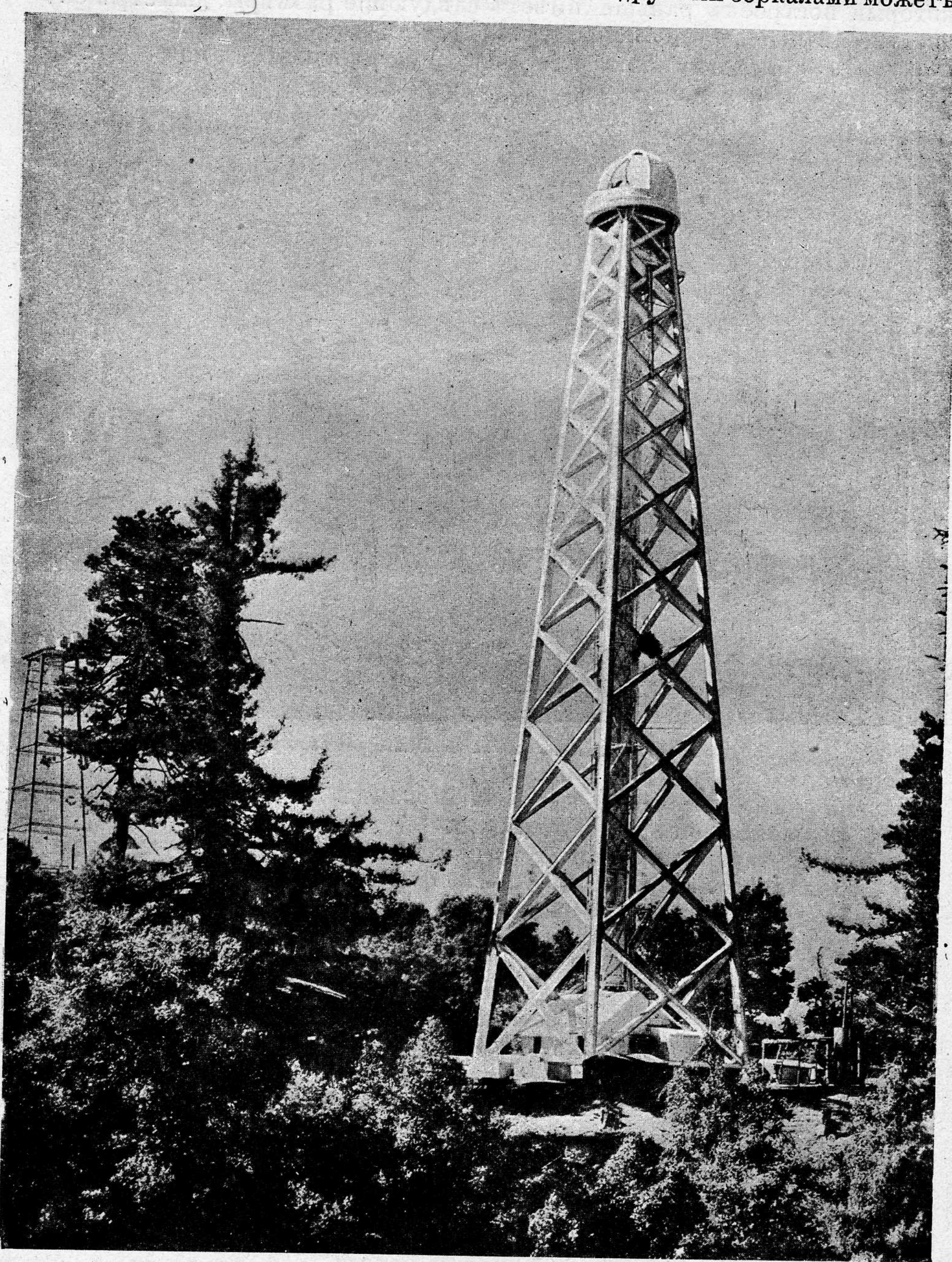


Рис. 12. Тауеръ-телескопъ на Солнечной обсерваторiи.

дать 4 инструмента съ различными фокусными разстояніями согласно схемамъ, которыя представлены рисунками 13, 14 и 15.

Здѣсь пунктирныя линія представляютъ ходъ лучей.

Въ простѣйшемъ видѣ инструментъ является рефлекторомъ си-

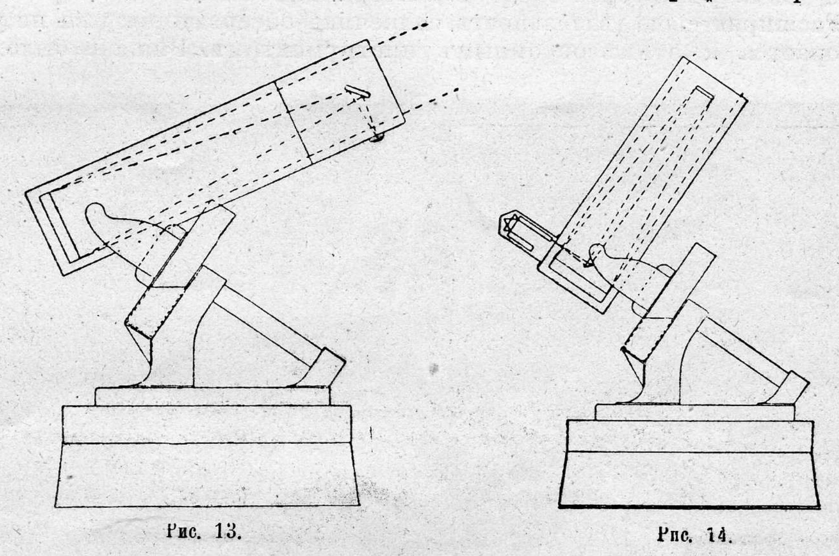


Рис. 13. Рис. 14.

стемы Ньютона, приспособленнымъ для фотографированія (рис. 13). При этомъ, фокусное разстояніе 7,6 метра. Дополнительное зеркало превращаетъ инструментъ въ рефлекторъ системы Кассегрена съ эквивалентнымъ фокуснымъ разстояніемъ въ 30,5 метра. Вмѣсто фотографической пластинки, къ инструменту можетъ быть привинченъ сбоку у нижняго конца большой спектрографъ. При этомъ, эквивалентное фокусное разстояніе доводятъ до 24,4 метра (рис. 14). Наконецъ, для спектральныхъ изслѣдованій инструментъ можетъ быть соединенъ съ спектрографомъ, укрѣпленнымъ на постоянномъ столбѣ, и тогда эквивалентное разстояніе доходитъ до 45,5 метра (рис. 15).

Оптическія части инструмента сдѣланы астрономомъ Ричи, который въ настоящее время является самымъ замѣчательнымъ оптикомъ-художникомъ. Недавно онъ сдѣлалъ удивительное открытіе, которое должно имѣть въ астрономіи большое значеніе. Онъ нашелъ способъ увеличить поле зрѣнія рефлекторовъ, которое въ современныхъ инструментахъ вообще очень мало. Для этого онъ будетъ придавать зеркаламъ кривизну, среднюю между параболической и гиперболической.

Рис. 15.

Замѣчательна монтировка 60-дюймоваго телескопа; очень интересны и тѣ механизмы, которые облегчаютъ наблюденія съ этимъ гигантскимъ инструментомъ, особенно электромоторы для наведенія трубы и вращенія купола.

Здѣсь принятъ также цѣлый рядъ предосторожностей противъ рѣзкихъ перемѣнъ температуры и противъ вѣтра.

Общій видъ рефлектора мы имѣемъ на рис. 16. Онъ стоитъ въ башнѣ, діаметръ которой около 17,7 метра, т. е. около 9 саж. (рис. 17).

Расширяя свою дѣятельность, солнечная обсерваторія уже не удовлетворяется и этимъ огромнымъ инструментомъ. Рѣшено было по-

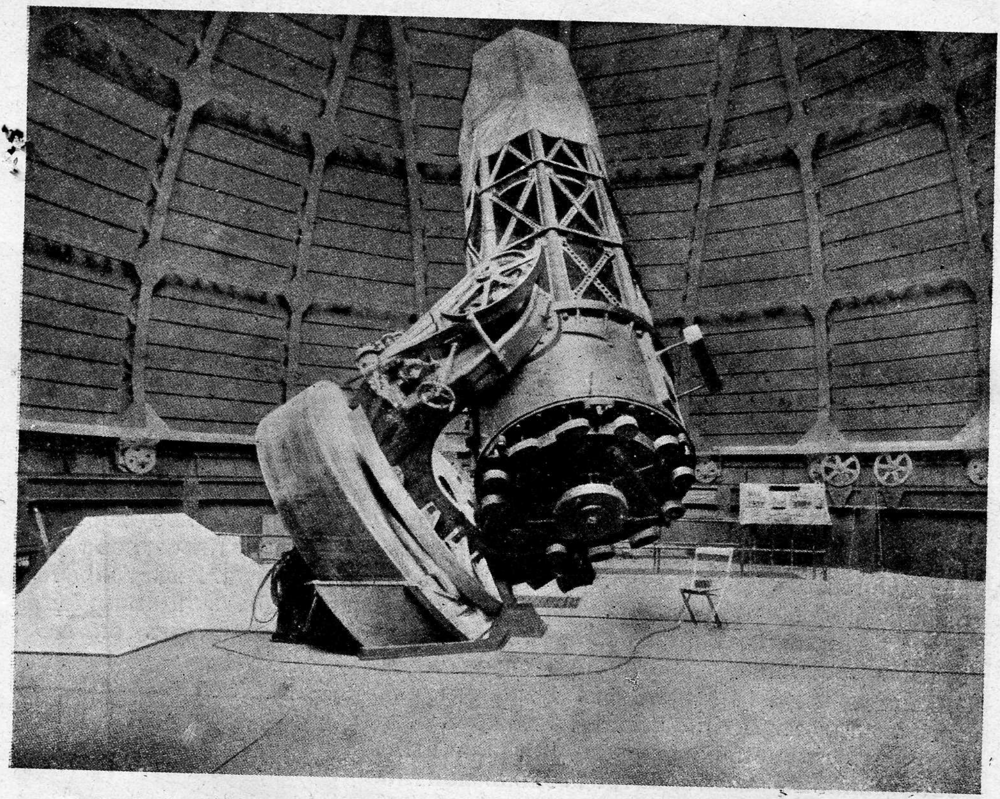


Рис. 16. Общій видъ 60-тидюймоваго рефлектора Солнечной обсерваторіи.

строить еще большій, зеркало котораго должно имѣть въ діаметрѣ 100 дюймовъ, т. е. $1^{1}/_{5}$ сажени.

Первая попытка отшлифовать такое огромное зеркало, на которую было затрачено много труда и времени, окончилась неудачей. Но тотчасъ же нашлись новые жертвователи, явились новыя средства. Опытъ былъ повторенъ, и недавно получено извѣстіе, что удалось достигнуть блестящихъ результатовъ.

Огромное зеркало уже готово и даетъ прекрасныя изображенія.

Что особенно цѣнно въ американскихъ обсерваторіяхъ — это отлично оборудованныя большія мастерскія, въ которыхъ изготовляются приборы по идеѣ и подъ непосредственнымъ руководствомъ наблюдателя, разрабатывающаго ту или другую новую область изслѣдованія.

Такая мастерская имѣется и при Солнечной обсерваторія. Опа, впрочемъ, помѣщается не на горѣ, гдѣ стоитъ обсерваторія, а внизу, въ городѣ Посаденѣ. Эга мастерская приспособлена для постройки даже самыхъ большихъ инструментовъ. Такъ, огромное 100-футовое зеркало шлифовано въ ней, такъ сказать, домашпимъ способомъ.

Рядомъ съ мастерской находится астрофизическая лабораторія

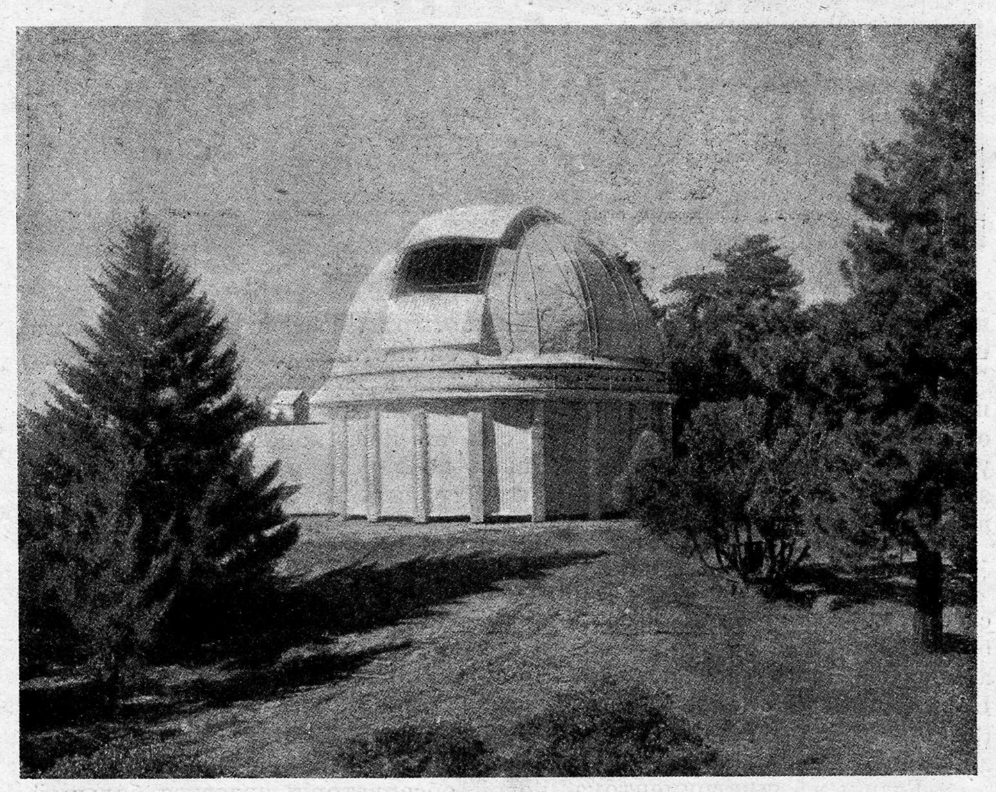


Рис. 17. Башня 60-тидюймоваго рефлектора на Солнечной обсерваторіи.

съ колодцемъ въ 30 футовъ глубиной, гдѣ помѣщаются различныя спектральныя инструменты. Здѣсь производятся различныя тонкія изслѣдованія надъ земными тѣлами въ параллель наблюденіямъ надъ небесными тѣлами, которыя ведутся въ обсерваторіи. Къ зданію обсерваторіи примыкаютъ комнаты съ различными измѣрительными приборами: геліомикрометромъ, стереокомпараторомъ, микрофотометромъ и пр., о примѣненіи которыхъ будетъ отчасти упомянуто ниже, въ главѣ о современныхъ методахъ наблюденія.

На обсерваторіи Лика астрономы живутъ постоянно, но на Солнечной они только дежурятъ. Частныя квартиры астрономовъ находятся всѣ внизу въ городѣ; астрономы поднимаются на гору только въ очередные дни. Здѣсь они помѣщаются въ спеціально оборудован-

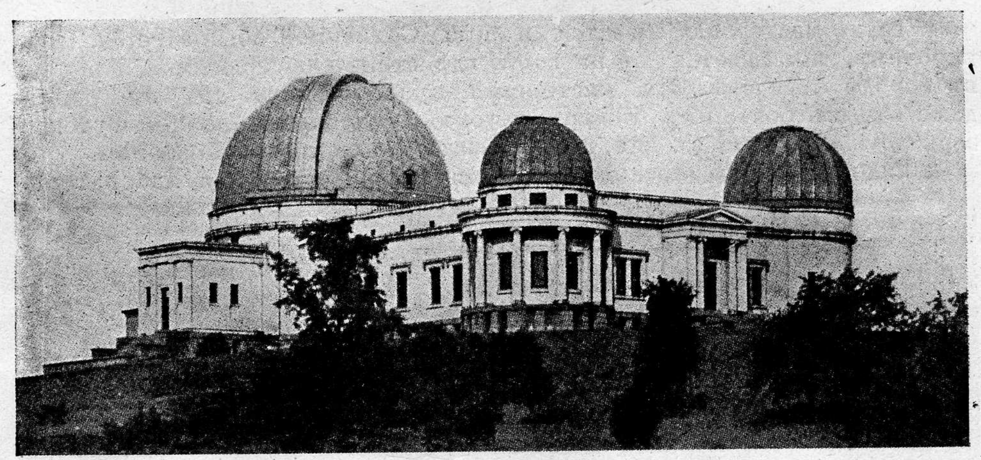


Рис. 18. Новая обсерваторія въ Аллегени.

номъ домѣ — такъ называемомъ Монастырѣ (Monastery), въ которомъ имѣется нѣсколько спаленъ, столовая, библіотека, кухня, два балкона.

Если для семействъ астрономовъ жизнь въ городѣ представляетъ, несомнѣнно, большія преимущества, то для самихъ астрономовъ постоянные подъемы на гору и спуски съ нея, конечно, неудобны и утомительны. Особенно тягостна пыль по дорогѣ, хотя на содержаніе этой дороги обсерваторіи приходится тратить до 6-ти тысячъ рублей въ годъ.

Спеціально для наблюденія планетъ и, главнымъ образомъ, Марса строитъ обсерваторію астрономъ-любитель Ловеллъ (Lowell). Особенной заботой Ловелла было выбрать мѣсто для обсерваторіи, гдѣ атмосфера наиболѣе спокойна и прозрачна. Объѣздивъ Старый и Новый Свѣтъ, онъ остановилъ свой выборъ на высокомъ плато (2.200 метр.), среди пустыни, въ южномъ штатѣ Аризона, надъ городомъ Флагстафъ.

Главнымъ инструментомъ новой обсерваторіи является большой рефракторъ съ объективомъ въ 24 дюйма, работы Лундина, преемника знаменитаго оптика Альвана Кларка. Объективъ этотъ по своимъ качествамъ—одинъ изъ лучшихъ во всемъ мірѣ. Съ теченіемъ времени задачи обсерваторіи расширяются. На ней появляются новые инструменты. Между прочимъ, созидается огромный рефлекторъ, зеркало котораго имѣетъ въ діаметрѣ 40 дюймовъ и вѣситъ болѣе 22 пудовъ. Такъ же, какъ у 60-ти-дюймоваго рефлектора Солнечной обсерваторіи, фокусное разстояніе инструмента можетъ быть различно: 75 и 154 фута.

Чтобы ослабить вліяніе вѣтра и температуры, инструментъ поставленъ въ ямѣ глубиною въ 6 футовъ, надъ которой построена башня. Движеніе трубы производится двумя электрическими моторами, изъ которыхъ одинъ служитъ для грубаго движенія, другой—для медленнаго, регулируемаго сообразно съ движеніемъ небеснаго свода.

На частныя средства, по подпискѣ, сооружается новая большая обсерваторія въ Аллегени, въ штатѣ Пенсильваніи (рис. 18). Однимъ

изъ главныхъ инструментовъ ея является 30-ти-дюймовый фотографическій рефракторъ. Обсерваторія открыта только 28 августа 1912 г. Она принадлежитъ Питтбургскому университету.

Нѣсколько новыхъ обсерваторій появляется также въ Европѣ. Объ одной уже было упомянуто выше—это обсерваторія въ Ниццѣ. Позднѣе (въ 1898 г.) воздвигается большая обсерваторія на горѣ Кенигштуль, надъ Гейдельбергомъ. Она имѣетъ два отдѣленія, нѣкоторое время находившихся даже подъ управленіемъ двухъ лицъ, но съ конца 1909 года объединенныхъ. Одно изъ этихъ отдѣленій ставитъ себѣ задачи точныхъ измѣреній положеній небесныхъ тѣлъ, на другомъ по преимуществу примѣняется фотографія, съ помощью которой дѣлаются часто открытія малыхъ планетъ, получаются снимки планетъ, туманностей, Млечнаго Пути и проч.

Главными инструментами на этой обсерваторіи являются:

1) большой меридіанный кругъ съ трубою діаметромъ въ 6 дюймовъ;

2) рефракторъ съ объективомъ въ 325 миллиметровъ;

3) еще рефракторъ съ объективомъ въ 216 миллиметровъ;

4) двойной фотографическій рефракторъ, состоящій изъ ведущей трубы (см. ниже) въ 250 миллиметровъ и двухъ фотографическихъ камеръ съ свѣтосильными объективами по 410 миллиметровъ въ діаметрѣ и съ фокуснымъ разстояніемъ въ 2 метра;

5) наконецъ, рефлекторъ работы Цейсса, съ зеркаломъ въ 71 сантиметръ діаметромъ.

Богатый вольный городъ Гамбургъ, взамѣнъ своей устарѣвшей обсерваторіи, находившейся въ чертѣ города, строитъ большую новую

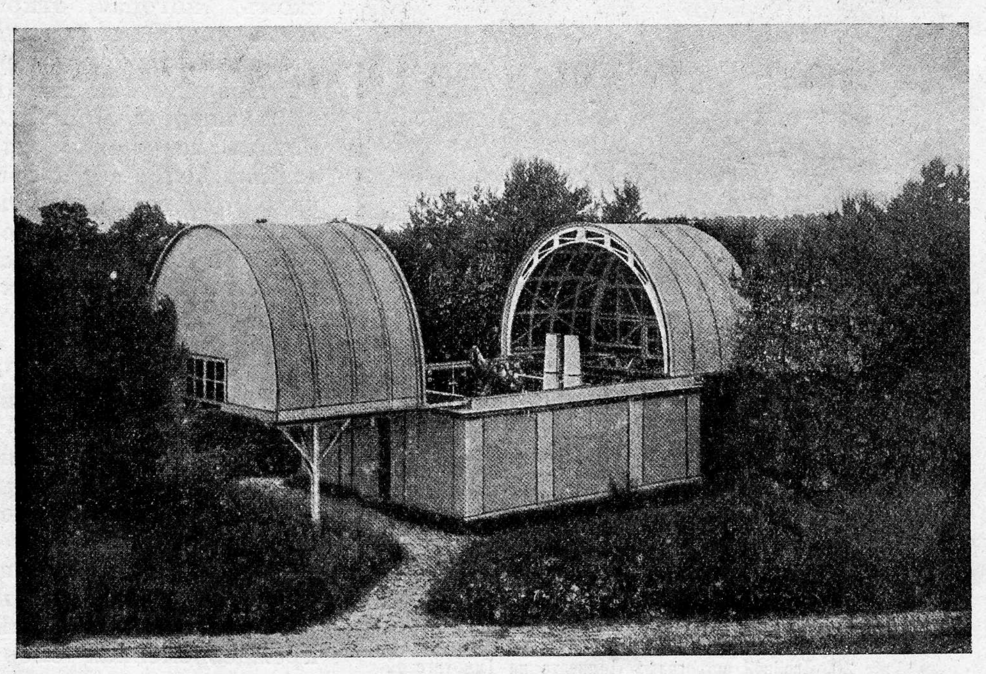


Рис. 19. Двойной малый астрографъ Гамбургской обсерваторіи.



обсерваторію въ Бергедорфѣ, въ нѣсколькихъ верстахъ отъ Гамбурга. Онъ тратитъ на нее милліонъ германскихъ марокъ и снабжаетъ большими инструментами самой новой конструкціи. Всѣ астрономическія зданія и часть инструментовъ построены фирмой Цейссъ въ Іенѣ.

Меридіанный кругъ съ трубой, діаметромъ въ 190 миллиметровъ, и монтировка большого рефрактора работы художниковъ бр. Репсольдовъ. Объективъ этого рефрактора, имѣющій въ діаметрѣ 600 миллиметровъ, шлифованъ Штейнгелемъ.

На рис. 19 мы имѣемъ видъ зданія съ раздвижной крышей, въ которомъ поставленъ двойной малый астрографъ; на рис. 20—видъ другого астрографа, съ большимъ фотографическимъ объективомъ длиннаго фокуса и другимъ болѣе короткимъ; на рис. 21—видъ рефлектора съ параболическимъ зеркаломъ, діаметромъ въ 1 метръ; на рис. 22—расположеніе нѣкоторыхъ изъ главныхъ зданій. Сооруженіе обсерваторіи начато въ 1906 году и закончено въ 1912 г.

Новую обсерваторію строитъ Берлинскій университетъ въ 15 верстахъ отъ Берлина, въ мѣстечкѣ Нейбабель. Она также будетъ обставлена большими новыми инструментами.

Параллельно съ сооруженіемъ новыхъ обсерваторій обновляются и расширяютъ свою дѣятельность построенныя много раньше. Особенно обращаетъ на себя вниманіе обсерваторія Гарвардскаго колледжа въ Кэмбриджѣ американскомъ, которая открываетъ въ 1891 г. большое отдѣленіе въ горахъ Перу, въ Арекипѣ, на высотѣ 2.400 метровъ (рис. 23). Штатъ, на обоихъ отдѣленіяхъ, болѣе 40 человѣкъ лицъ обоего пола. Они заняты самыми разнообразными задачами на различныхъ инструментахъ.

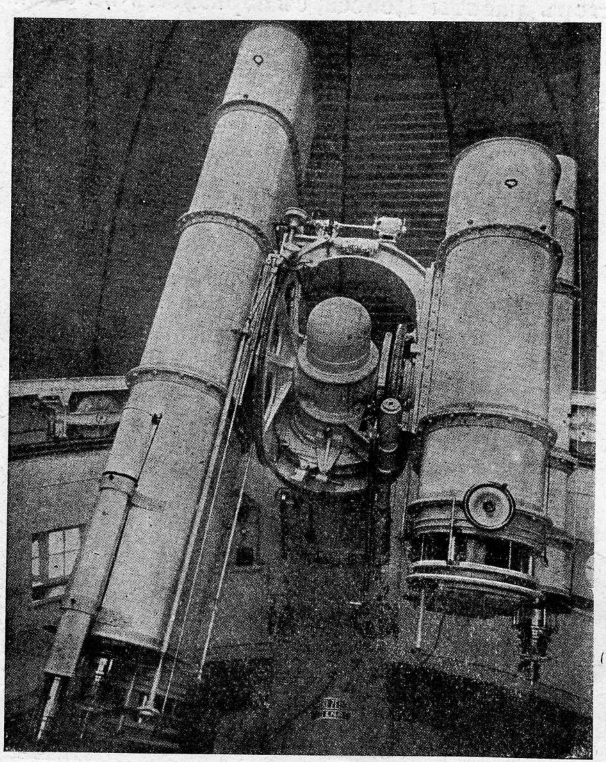


Рис. 20. Двойной астрографъ Липперта на Гамбургской обсерваторіи.

Совершенно обновляется обсерваторія въ Сантъ-Яго (Чили). Она снабжается большими инструментами, учреждается большой штатъ астрономовъ, завѣдываніе поручается извѣстному нѣмецкому астроному Ристенпарту, который организуетъ строго научныя наблюденія. Къ сожалѣнію, преждевременная смерть сводитъ его въ могилу.

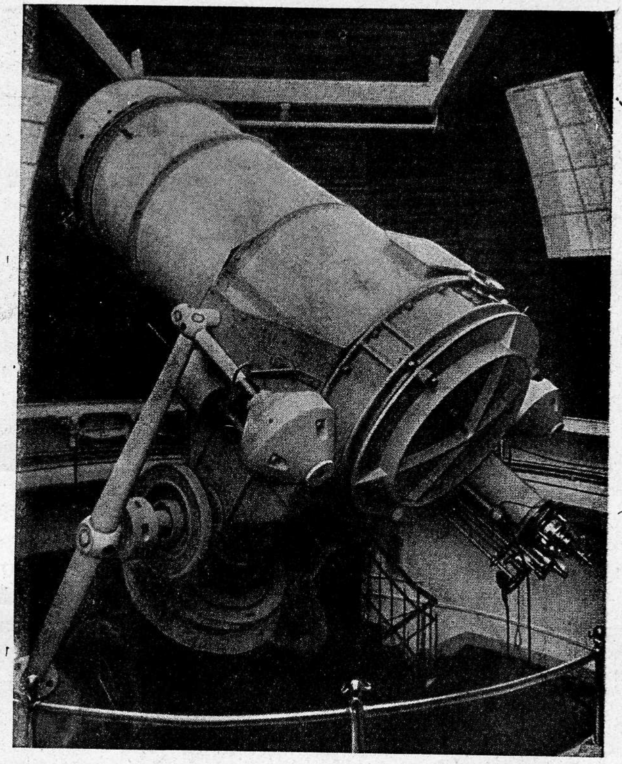


Рис. 21. Большой рефлекторъ Гамбургской обсерваторіи.

Нельзя не отмѣтить также сооруженіе Пулковскою обсерваторіей двухъ большихъ отдѣленій: одного въ г. Николаевѣ, на мѣстѣ прежней астрономической обсерваторіи Морского вѣдомства, и другого—въ Крыму, въ Симеизѣ, на участкѣ, подаренномъ г. Мальцовымъ.

Въ Николаевѣ будетъ поставленъ рефракторъ, размѣрами немного больше, чѣмъ большой Пулковскій, съ объективомъ въ 32 дюйма и фокуснымъ разстояніемъ въ 35 футовъ, только не оптическій, а фотографическій; при немъ—ведущая труба въ 10 дюймовъ діаметромъ. Сюда же переносится изъ Одесскаго отдѣленія, которое упраздняется, вертикальный кругъ и пассажный инструментъ.

Главныя задачи для этого отдѣленія—опредѣленіе параллаксовъ звѣздъ фотографическимъ путемъ и точныя опредѣленія положенія фундаментальныхъ звѣздъ и солнца.

Для Симеиза заказанъ рефлекторъ съ зеркаломъ въ 1 метръ діаметромъ и фокуснымъ разстояніемъ въ 5 метровъ, съ трубой ведущей въ 7 дюймовъ. Онъ предназначается, главнымъ образомъ, для спектральныхъ наблюденій.

Новые инструменты и помѣщенія, въ которыхъ они будутъ стоять, строитъ фирма Гребба, въ Англіи.

Въ Николаевѣ полъ въ башнѣ большого рефрактора будетъ подъемный.

На первоначальное устройство и оборудованіе новыхъ отдѣленій ассигновано 310.000 рублей. Кромѣ того, на содержаніе ихъ ежегодно будетъ отпускаться по 35.700 рублей.

Штатъ Николаевскаго отдѣленія состоитъ изъ старшаго астронома, астронома-адъюнкта, вычислителя и механика.

Штатъ Симеизскаго отдѣленія—изъ старшаго астронома и астронома-адъюнкта.

Интересно окинуть взглядомъ карту, дающую распредѣленіе въ настоящее время астрономическихъ обсерваторій на земномъ шарѣ (рис. 24).

*

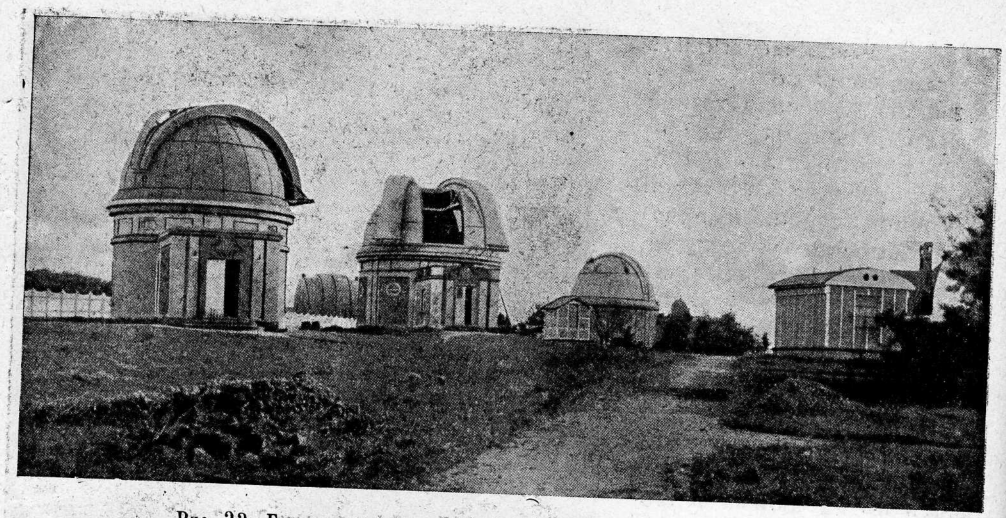


Рис. 22. Главныя зданія на Гамбургской обсерваторіи въ Бергедорфѣ.

Оказывается, обсерваторій очень мало въ Африкѣ, совсѣмъ нѣтъ ихъ на широкой равнинѣ Сибири. Ни одной обсерваторіи нѣтъ въ Турціи. Къ сожалѣнію, нѣтъ ни одной обсерваторіи и на горахъ Кавказа.



Рис. 23. Отдѣленіе Гарвардской обсерваторіи въ Арекипѣ (въ Перу).

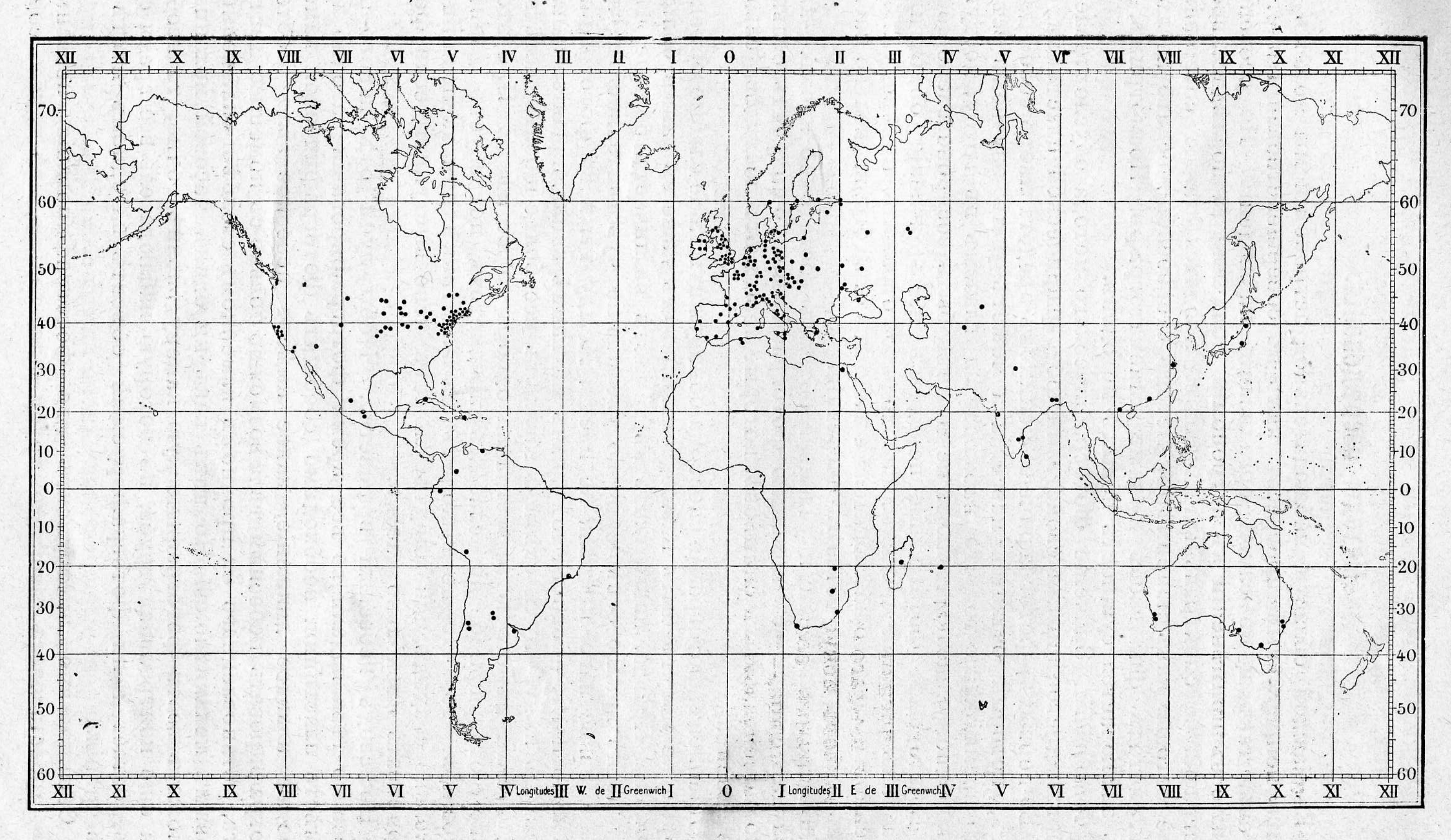


Рис. 24. Распредѣленіе астрономичеекихъ обсерваторій на земномъ шарѣ. (Обсерваторіи обозначены черными точками).

Методы изслѣдованія.

Въ каждой области наблюдательной астрономіи мы можемъ отмѣтить непрерывный прогрессъ какъ въ совершенствованіи инструментовъ, такъ и въ самой организаціи наблюденій. Но особенное развитіе въ примѣненіи къ астрономіи получили за послѣднее время фотографія и спектральный анализъ. Вводятся также совершенно новые методы, какъ напримѣръ, методъ стереоскопическаго изслѣдованія, методъ фильтровъ и даже кинематографъ. Посмотримъ, въ чемъ заключается сущность новыхъ методовъ.

Фотографія. Значеніе фотографическаго метода обусловливается четырьмя драгоцѣнными свойствами фотографической пластинки.

Во-первыхъ, фотографическій снимокъ представляетъ собой документъ, который остается навсегда и можетъ быть изучаемъ всѣми, въ то время, какъ то, что наблюдается глазомъ въ трубу, доступно только одному наблюдателю и не можетъ быть воспроизведено послѣ.

Во-вторыхъ, фотографія передаетъ намъ явленіе объективно, тогда какъ рисунки должны необходимо отражать индивидуальныя особенности каждаго наблюдателя и зависятъ отъ того, насколько наблюдатель владѣетъ искусствомъ рисованія.

Въ-третьихъ, если изучаемый объектъ достаточно ярокъ,—какъ въ случаѣ солнца,—съ помощью фотографіи можно получить большое число моментальныхъ снимковъ, которые передаютъ послѣдовательный ходъ явленія.

Наконецъ, фотографія способна обнаружить такіе слабые объекты, которые не могутъ быть наблюдаемы глазомъ даже въ самые большіе телескопы. Правда, нашъ глазъ въ темнотѣ различаетъ больше, чѣмъ сразу послѣ яркаго освѣщенія, но увеличеніе чувствительности глаза дальше извѣстнаго предѣла не идетъ. Между тѣмъ на фотографической пластинкѣ,—подобно тому, какъ на камнѣ капля, падая за каплей, выбиваетъ ямку,—лучи свѣта оставляютъ все болѣе и болѣе замѣтный слѣдъ, если дѣйствуютъ всегда на одно и то же мѣсто. При этомъ только фотографированіе слабыхъ предметовъ потребуетъ длинной экспозиціи. То, что не выходитъ на пластинкѣ при экспозиціи въ нѣсколько секундъ или минутъ, можетъ ясно выступить, если фотографировать нѣсколько часовъ.

Но сводъ небесный вращается. Чтобы лучи отъ какого-либо небеснаго тѣла падали во все время фотографированія на одно и то же мѣсто пластинки, необходимо сообщить фотографической камерѣ такое же плавное движеніе, какое имѣетъ небесное тѣло. Поэтому фотографировать небесныя тѣла возможно только съ помощью инструмента, установленнаго на прочномъ каменномъ столбѣ и снабженномъ часовымъ механизмомъ. Но такъ какъ ни одинъ часовой механизмъ не можетъ вести фотографическую камеру вполнѣ точно, то необходима еще контрольная труба, въ которую наблюдатель все время слѣдитъ, остается ли фотографируемый объектъ на одномъ мѣстѣ въ полѣ зрѣнія.

Обыкновенно инструментъ для фотографированія небесныхъ тѣлъ представляетъ двойную трубу или, точнѣе, двѣ трубы, соеди-

ненныя въ одну систему. Одна труба имѣетъ специальный фотографическій объективъ и кассету съ фотографической пластинкой, другая, такъ называемая ведущая труба, это—обыкновенная астрономическая труба, въ окулярѣ которой натянуты только двѣ пересѣкающіяся тонкія паутиновыя нити. Поставивши звѣзду на этотъ крестъ нитей, наблюдатель и старается регулировать съ помощью особаго приспособленія движеніе трубы такъ. чтобы звѣзда не сходила съ этого креста — это есть гарантія того, что въ параллельной фотографической трубѣ свѣтовые лучи падаютъ на одно и то же мѣсто пластинки.

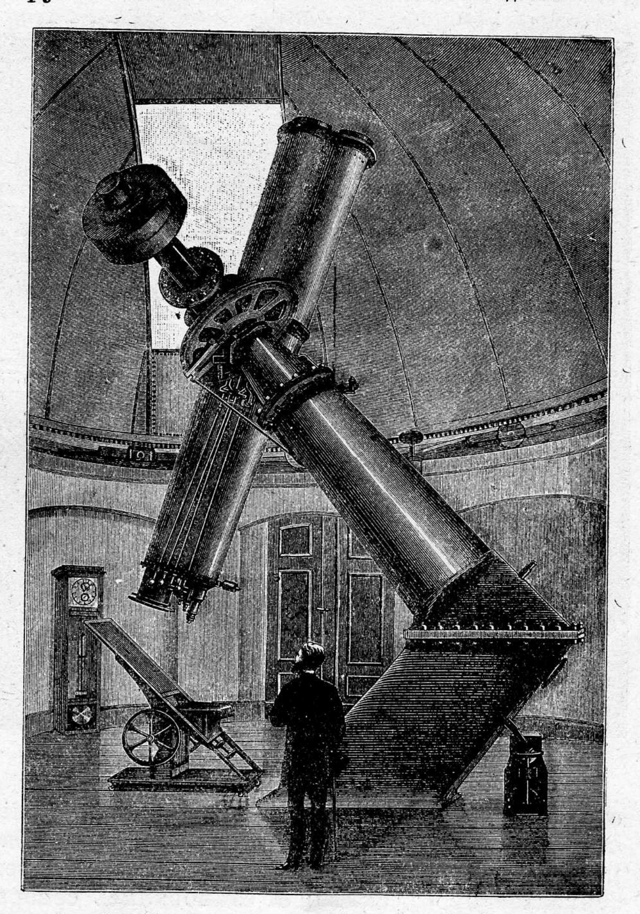


Рис. 25. Нормальный астрографъ работы бр. Репсольдовъ.

На рис. 25-мъ мы имѣемъ видъ фотографическаго рефрактора или, какъ говорятъ еще, нормальнаго *астрографа* работы бр. Репсольдовъ. Чѣмъ длиннѣе фокусное разстояніе объектива, тѣмъ больше масштабъ изображенія и слабѣе освѣщеніе. Съ увеличеніемъ діаметра объектива яркость изображенія увеличивается. Свѣтосила объектива такимъ образомъ обусловливается отношеніемъ діаметра объектива къ длинѣ фокуснаго разстоянія. Короткофокусные объективы болѣе свѣтосильны, чѣмъ длиннофокусные, но масштабъ изображеній у нихъ меньше.

Смотря по задачѣ, астрономъ выбираетъ тотъ или другой типъ.

Такъ поверхность луны, сравнительно ярко освѣщенная, можетъ быть сфотографирована при малой экспозиціи въ большомъ масштабѣ съ помощью длиннофокусной трубы.

Наоборотъ для фотографированія большой области неба съ слабыми звѣздами или нѣжнаго хвоста кометы требуется большая экспозиція и короткофокусный свѣтосильный инструментъ.

Рис. 26-ый передаетъ видъ рефрактора съ тремя фотографическими камерами, имѣющими очень свѣтосильные короткофокусные объективы. Одна изъ нихъ, совсѣмъ маленькая, помѣщена наверху трубы. Выше упомянутый инструментъ Іеркской обсерваторіи, такъ

называемый Брюсъ-телескопъ (рис. 10), также представляетъ систему изъ четырехъ фотографическихъ камеръ съ свѣтосильными короткофокусными объективами въ 10, $6\frac{1}{4}$, 3,4 и 1,6 дюймовъ и ведущей длиннофокусной трубы съ объективомъ въ 5 дюймовъ.

За послѣднее время все больше и больше находятъ примѣненія при фотографированіи неба рефлекторы, которые имѣютъ преимуще-

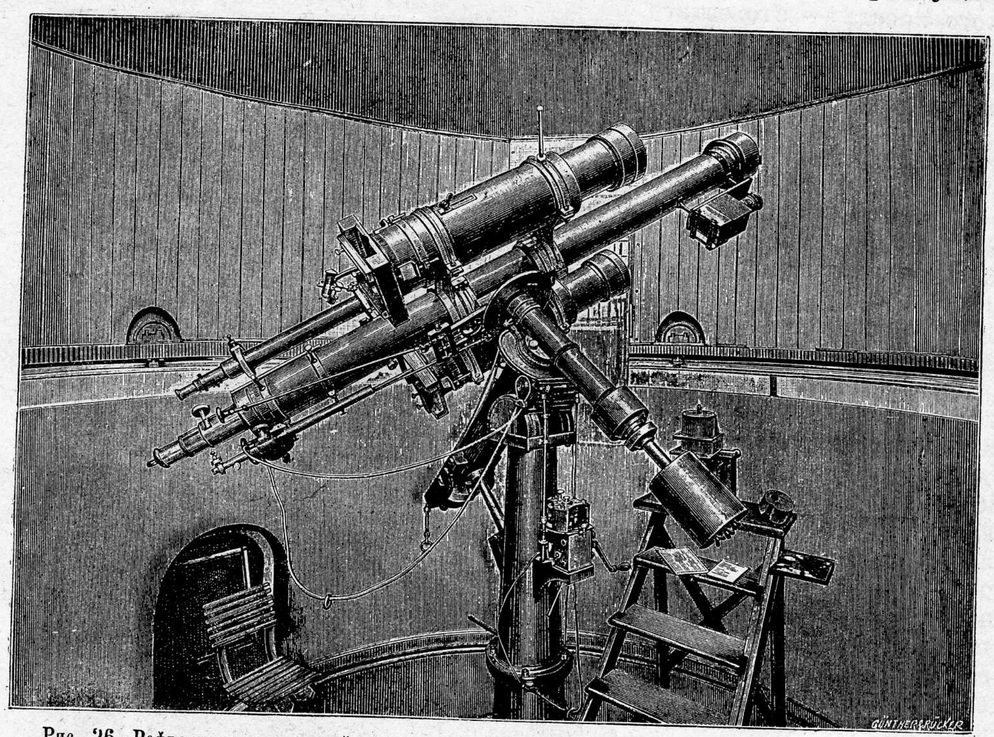


Рис. 26. Рефракторъ съ тремя фотографическими камерами, имѣющими свѣтосильные объективы.

ство передъ рефракторами въ томъ отношеніи, что даютъ совершенно чистыя, *неокрашенныя* изображенія. Раньше распространенію рефлекторовъ мѣшало, главнымъ образомъ, то обстоятельство, что металлическія зеркала скоро тускнѣли и становились совершенно непригодными. Но теперь научились шлифовать большія зеркала изъ стекла. Эти зеркала въ каждый моментъ могутъ быть легко посеребрены вновь. Усовершенствовалась и конструкція монтировки тяжелыхъ инструментовъ.

Какъ указано въ предыдущей главѣ, одинъ за другимъ строятся на различныхъ обсерваторіяхъ огромные свѣтосильные рефлекторы. Изображенія нѣкоторыхъ изъ нихъ мы имѣемъ на рис. 2, 16 и 21-мъ. Правда, рефлекторы не могутъ быть употреблены во всѣхъ случаяхъ. У нихъ сравнительно малое поле зрѣнія. Поэтому длиннаго хвоста кометы, напримѣръ, сфотографировать съ помощью рефлектора нельзя, нельзя примѣнить рефлектора и къ отысканію малыхъ планетъ, такъ какъ нельзя сфотографировать большой области неба. Но для фотографированія слабаго предмета небольшихъ видимыхъ размѣровъ,

рефлекторъ гораздо выгоднѣе. Малыя туманности, которыя совсѣмъ невидны или едва замѣтны на пластинкѣ при фотографированіи свѣтосильнымъ объективомъ-рефракторомъ, даже если экспозиція очень длинна, съ помощью рефлектора могутъ быть сфотографированы отчетливо въ нѣсколько минутъ.

Огромное значеніе имѣютъ теперь рефлекторы и при фотографированіи слабыхъ спектровъ. Впрочемъ, какъ упомянуто выше, значительное увеличеніе поля зрѣнія рефлекторовъ обѣщаетъ открытіе астронома Ричи, который предполагаетъ давать зеркаламъ кривизну, среднюю между параболической и гиперболической. Прилагаемъ для сравненія рядъ снимковъ, полученныхъ рефракторами и рефлекторами различной свѣтосилы.



Рис. 27. Плеяды—по снимку, полученному съ помощью телескопа Брюсъ на обсерваторіи Іеркса, съ экспозиціей въ 9 час. 47 мин.

На рис. 27-мъ мы имѣемъ копію снимка звѣзднаго скопленія Плеядъ, полученнаго на обсерваторіи Іеркса съ помощью телескопа Брюсъ при экспозиціи въ 9 час. 47 мин. Здѣсь взята только центральная часть снимка. Пластинка телескопа Брюсъ захватываетъ гораздо большую область неба.

Рис. 28-ой передаетъ то же скопленіе по снимку на 24-дюймовомъ рефлекторѣ обсерваторіи Іеркса, полученномъ при экспозиціи въ нѣсколько минутъ. Отъ предыдущаго онъ отличается обиліемъ подробностей. Но область, которая захватываетъ снимокъ, во много разъ меньше. Интересно сопоставить снимки одного и того же звѣзднаго скопленія въ созвѣздіи Геркулеса, полученные на обсерваторіи Іеркса съ помощью 24-хъ дюймоваго рефлектора (рис. 29) и гигантскаго 40-дюймоваго рефрактора (рис. 30).

Рис. 31-ой представляетъ видъ кометы Морхауса, по снимку, полученному съ помощью свѣтосильнаго объектива при экспозиціи въ 1 часъ. Такъ какъ труба все время слѣдовала за кометой, которая перемѣщалась между звѣздами, то послѣднія, отставая отъ кометы, на фотографической пластинкѣ вышли чертами.

На рис. 32-мъ виденъ слѣдъ маленькой планетки, которая относительно звѣздъ смѣстилась за время экспозиціи, продолжавшейся около двухъ часовъ. Труба слѣдовала за звѣздами.

Нѣжное строеніе тройной туманности въ созвѣздіи Стрѣльца съ необыкновенной отчетливостью передаетъ снимокъ, полученный съ помощью рефлектора Крослей на обсерваторіи Лика (рис. 33).

На рис. 35-мъ прекрасный снимокъ Луны, полученной парижскими астрономами Леви и Пюизо съ помощью трубы, имѣющей большое фокусное разстояніе.

Спекральный анализъ. Въ настоящее время уже очень рѣдко наблюдаютъ спектры небесныхъ тѣлъ непосредственно глазомъ. Гораздо

больше даетъ фотографированіе спектровъ. Съ гигантскими свѣтосильными инструментами новѣйшей конструкціи стали получать фотографическіе снимки даже очень слабыхъ звѣздъ и туманностей. Изученіе ихъ привело къ цѣлому ряду интересныхъ результатовъ. Оно идетъ параллельно съ изученіемъ въ лабораторіяхъ спектровъ различныхъ земныхъ источниковъ и вновь открываемыхъ элементовъ.



Рис. 28. Плеяды—по снимку, полученному съ помощью 24-дюймоваго рефлектора обсерваторіи Іеркса.

Вмѣстѣ съ тѣмъ явилась возможность по смѣщенію линій въ спектрѣ судить болѣе опредѣленно о движеніяхъ небесныхъ тѣлъ по лучу зрѣнія. Если линіи въ спектрѣ свѣтила оказываются сравнительно съ соотвѣтственными линіями земного источника смѣщенными къ фіолетовому краю спектра, то это свидѣтельствуетъ, что свѣтило несется навстрѣчу къ намъ; если къ красному концу—то удаляется. Въ этомъ положеніи заключается такъ называемый принципъ Допплера-

Физо, обогатившій науку большимъ числомъ интересныхъ открытій. Теперь благодаря фотографированію спектровъ съ помощью свѣтосильныхъ инструментовъ оказалось возможнымъ изучать движенія весьма слабыхъ небесныхъ тѣлъ.

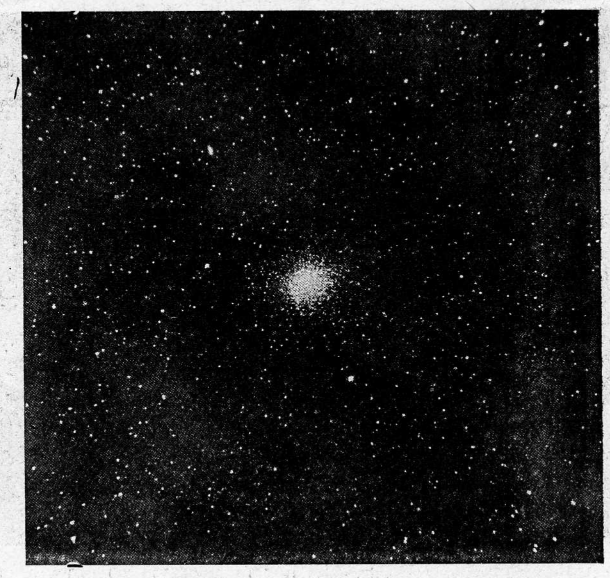


Рис. 29. Звѣздное скопленіе Геркулеса—по снимку съ 24-дюймовымъ рефлекторомъ на обсерваторіи Іеркса.

Приборъ, съ помощью котораго получаютъ снимки звѣздныхъ спектровъ, называется „спектрографомъ". Это спектроскопъ съ большимъ свѣторазсѣяніемъ, въ которомъ, вмѣсто окуляра, вставляется небольшая кассета. Спектрографъ прикрѣпляется къ окулярному концу трубы. На рис. 34-мъ представленъ спектрографъ на 9-ти-дюймовомъ рефракторѣ въ Потсдамѣ. Иногда призму, разлагающую лучи, ставятъ передъ объективомъ фотографической камеры. Тогда на фотографической пластинкѣ можно получить сразу спектры большого числа звѣздъ (рис. 36). Такой пріемъ удобенъ для общаго изученія звѣздныхъ спектровъ, ихъ классификаціи, но онъ не позволяетъ произвести точное измѣреніе положенія линій въ каждомъ отдѣльномъ спектрѣ, такъ какъ при этомъ нельзя одновременно со спектромъ интересующаго насъ свѣтила получить спектръ земного источника, дающаго нормальное положеніе линій.

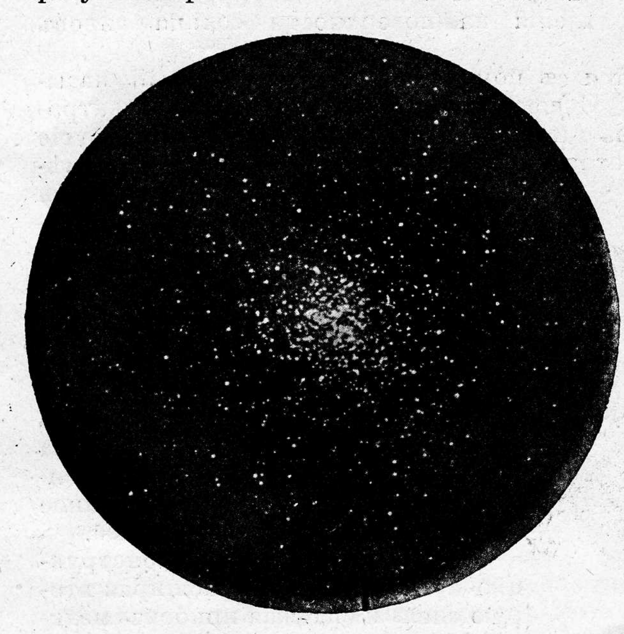


Рис. 30. Звѣздное скопленіе Геркулеса—по снимку съ 40-дюймовымъ рефракторомъ на обсерваторіи Іеркса.

Совершенно своеобразный характеръ имѣетъ въ настоящее время изученіе состава солнечной атмосферы. Изучается распредѣленіе отдѣльно каждаго вещества. Получается, напримѣръ, фотографическое изображеніе распредѣленія въ томъ

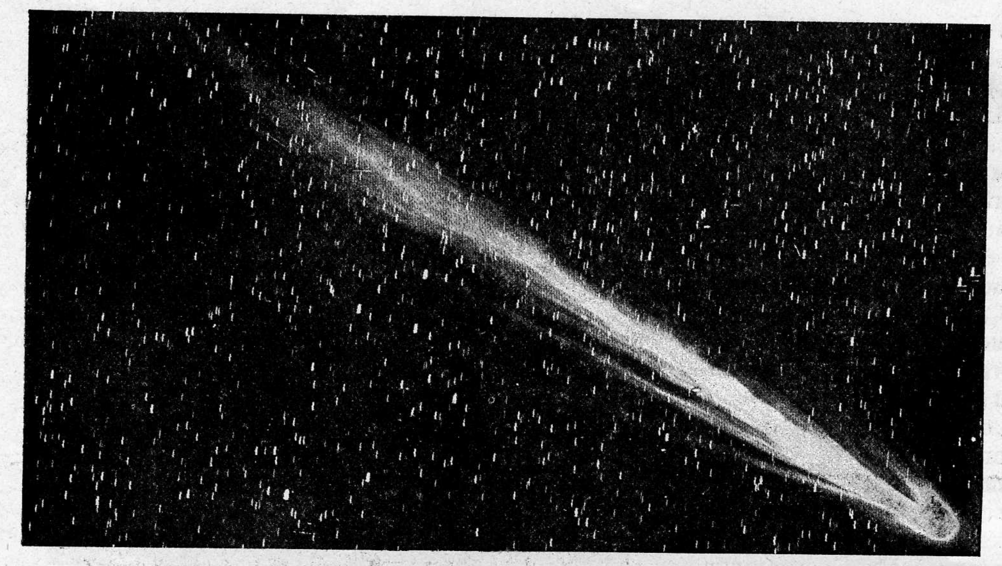


Рис. 31. Комета Морхауза по фотографіи Меткальфа.

или другомъ мѣстѣ поверхности водорода, а потомъ отдѣльно распредѣленіе на томъ же мѣстѣ паровъ кальція.

Рис. 37 и 38 представляютъ одно и то же пятно на солнечной поверхности, сфотографированное одинъ разъ въ лучахъ кальція H_1, другой—въ лучахъ кальція H_2. Эти двѣ картинки даютъ интересный видъ при разсматриваніи въ стереоскопъ.

Рис. 39 даетъ распредѣленія на поверхности солнца паровъ кальція 12 августа 1903 г.

Такіе снимки получаются съ помощью прибора, который называется спектрогеліографомъ. Существенное отличіе его отъ спектрографа заключается во второй щели, которая выдѣляетъ тѣ или другіе лучи спектра. Кромѣ того, этотъ аппаратъ можетъ медленно перемѣщаться, такъ что первая щель, въ которую вступаютъ еще нераздѣленные призмой лучи, захватываетъ ту или другую часть поверхности солнца.

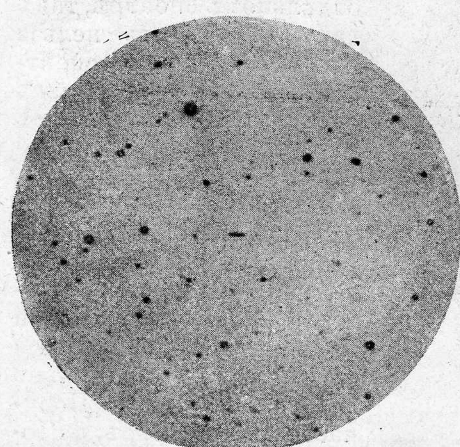


Рис. 32. Слѣды малой планеты на фотографическомъ снимкѣ.

Если изображеніе солнца закрыть ширмой, можно сфотографировать въ опредѣленныхъ лучахъ спектра окрестности, т. е. часть хромосферы и протуберансы. На рис. 40 мы имѣемъ изображеніе гигантскаго протуберанса, полученное съ помощью спектрогеліографа.

Измѣняя нѣсколько конструкцію прибора, именно расширяя вторую щель и снабжая приборъ механизмомъ для быстрыхъ послѣдовательныхъ перемѣщеній, можно вы-

дѣлить нѣсколько линій и сравнить ихъ положеніе въ спектрахъ различныхъ частей диска. Это даетъ возможность судить о движеніи массъ на солнцѣ по лучу зрѣнія и такимъ образомъ выяснить восхо-



Рис. 33. Тройная туманность въ созвѣздіи Стрѣльца.

дящіе и нисходящіе токи въ различныхъ случаяхъ. Приборъ, съ помощью котораго производятся такія изслѣдованія, получилъ названіе спектро-регистратора скоростей.

Фотометрія. Постепенно прогрессируютъ и способы опредѣленія яркости небесныхъ тѣлъ. Между прочимъ, за послѣднее время находитъ примѣненіе въ астрономіи чрезвычайно чувствительный селеновый фотометръ.

Принципъ этого инструмента заключается въ слѣдующемъ. Извѣстно, что электропроводность металлическаго селена подъ дѣйствіемъ свѣта увеличивается. Берутъ селеновую пластинку и съ помощью чувствительнаго гальванометра опредѣляютъ ея сопротивленіе

въ темнотѣ. Потомъ направляютъ на нее лучи отъ изслѣдуемаго источника свѣта и вновь опредѣляютъ сопротивленіе. Разность и даетъ средство судить объ интенсивности свѣтовыхъ лучей, дѣйствующихъ на селеновую пластинку. Приходится только принять нѣкоторыя предосторожности противъ вліянія другихъ факторовъ. Такъ, на сопротивленіе селена, оказывается, имѣетъ большое вліяніе температура. Поэтому всѣ измѣренія съ селеновымъ фотометромъ надо производить при одной и той же постоянной температурѣ; для этого селеновая пластинка помѣщается въ ящикѣ особой конструкціи, наполненномъ льдомъ. Чувствительность селеновыхъ пластинокъ тоже можетъ быть различна. Кромѣ того, селенъ вообще неодинаково чувствителенъ къ дѣйствію лучей различной длины волны. Но если показанія селеноваго фотометра зависятъ отъ различныхъ внѣшнихъ причинъ, то они свободны отъ субъективныхъ особенностей глаза наблюдателя, и при соотвѣтствующей организаціи наблюденій даютъ болѣе точные результаты сравнительно съ прежними.

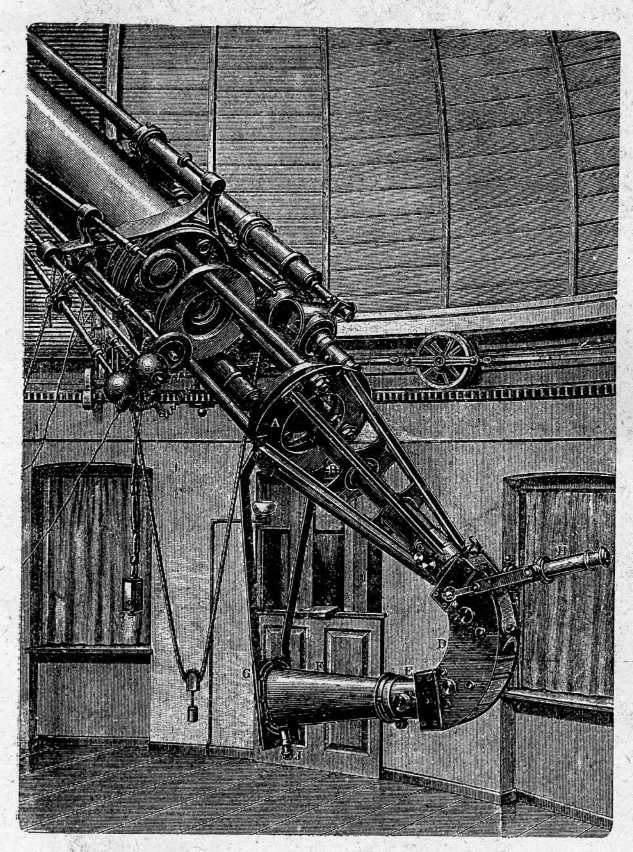


Рис. 34. Спектрографъ, прикрѣпленный къ трубѣ.

Въ настоящее время опредѣляютъ яркость звѣздъ также съ помощью фотографіи. Для этого сравниваютъ между собой площади тѣхъ кружочковъ, которыми изображаются звѣзды на фотографической пластинкѣ. Интересно, что фотографическія яркости звѣздъ часто весьма значительно отличаются отъ оптическихъ. Это объясняется тѣмъ, что на глазъ сильнѣе дѣйствуютъ лучи красные и желтые, а на фотографическую пластинку—синіе и фіолетовые. Изъ двухъ звѣздъ одинаковой для нашего глаза яркости, желтая окажется на фотографической пластинкѣ слабѣе, а бѣлая и голубая гораздо ярче. Такимъ образомъ для фотографическихъ яркостей необходима особая шкала, отличная отъ шкалы оптическихъ яркостей, и переходъ отъ одной къ другой возможенъ только съ примѣненіемъ поправокъ, зависящихъ отъ спектральныхъ типовъ звѣздъ (они достигаютъ 1,6 звѣздн. вел.).

Стереоскопъ въ астрономіи. Правымъ глазомъ мы видимъ нѣсколько иначе, чѣмъ лѣвымъ. Если предметъ невеликъ и находится отъ насъ

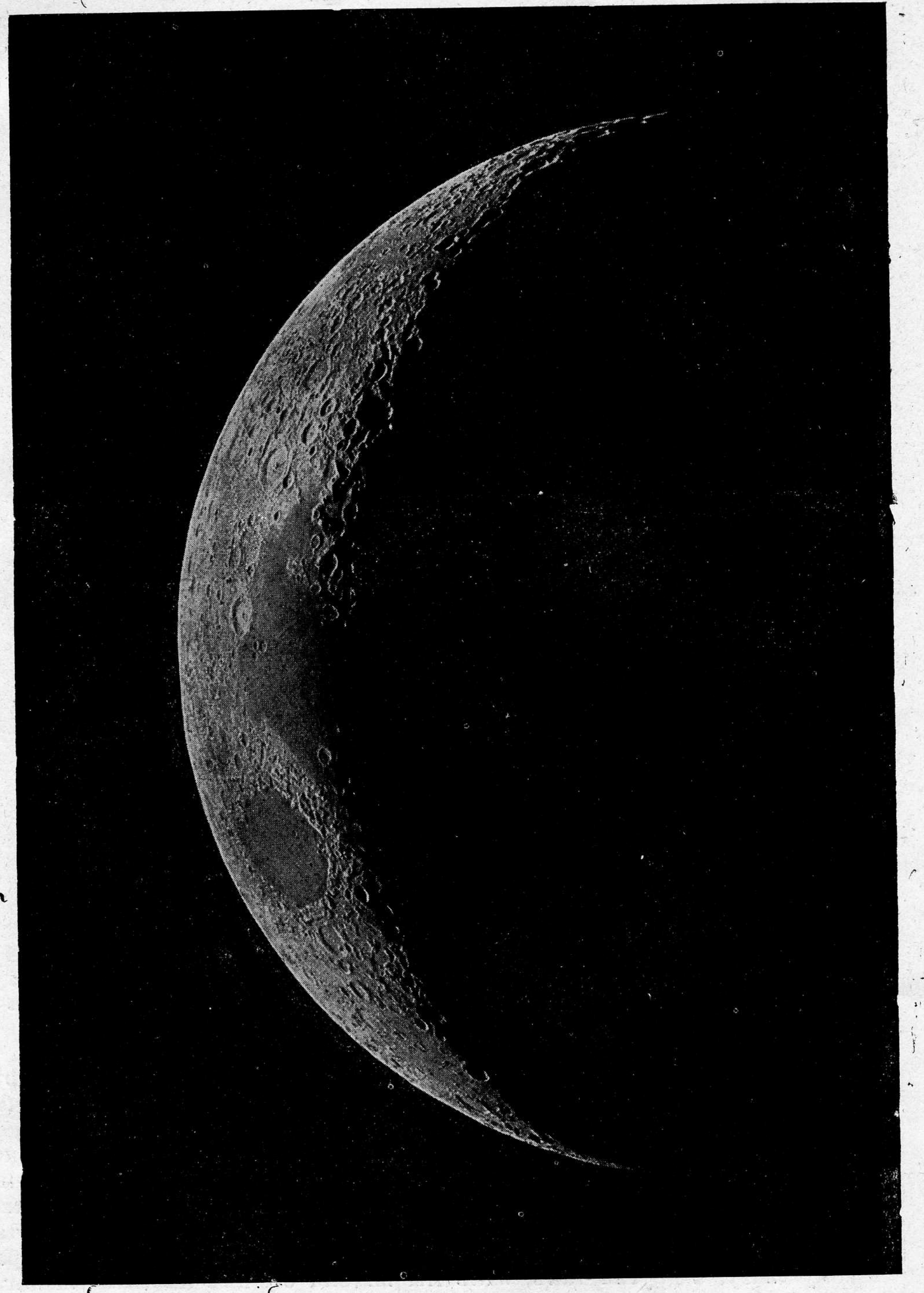


Рис. 35. Серпъ луны по фотографическому снимку Парижской обсерваторіи.

недалеко, то правый глазъ охватываетъ больше ту сторону предмета, которая направо отъ насъ, а лѣвый—больше лѣвую сторону. Отъ совмѣщенія этихъ двухъ изображеній, когда мы смотримъ обоими гла-

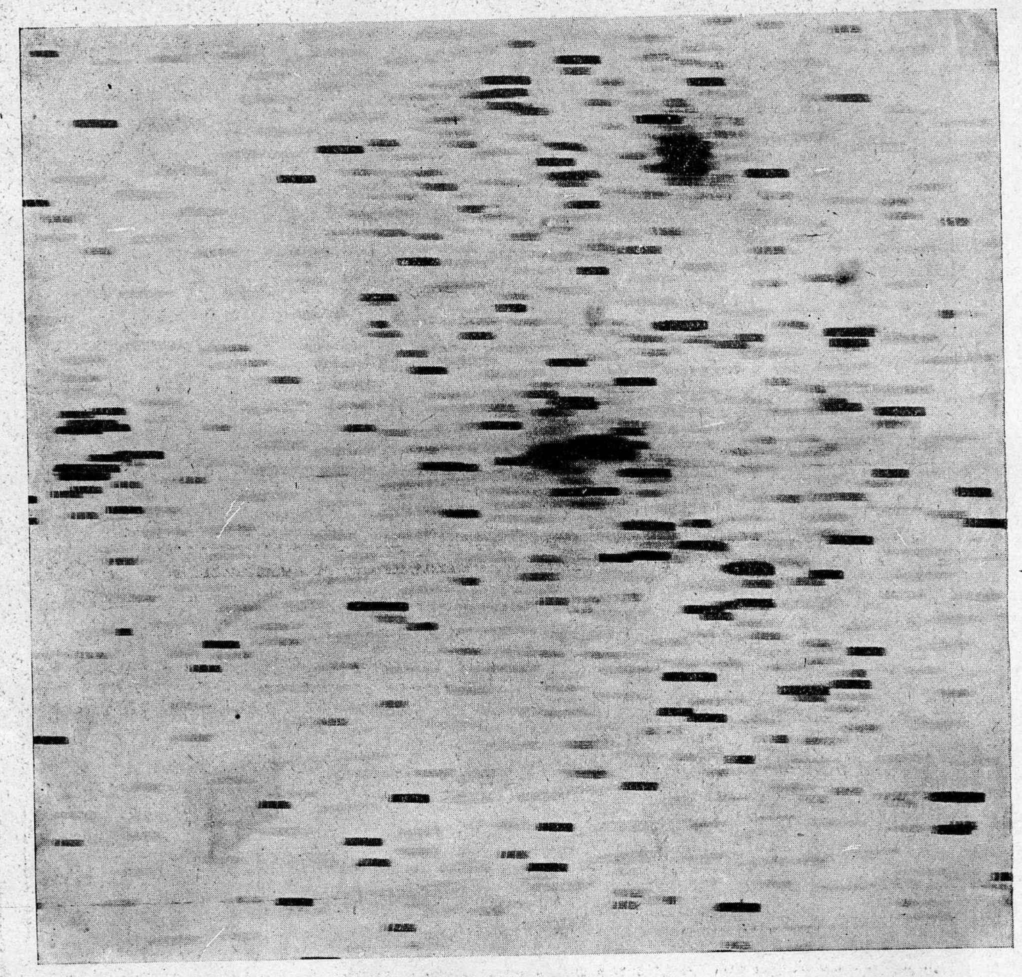


Рис. 36. Большое число звѣздныхъ спектровъ на одной фотографической пластинкѣ по снимку съ помощью призмы, поставленной передъ объективомъ камеры.

зами, получается представленіе болѣе полное—мы видимъ рельефъ, т. е. глубину пространства; выступаетъ ясно, что́ стоитъ впереди, что́ находится сзади.

На плоской картинѣ глубина пространства передается условно, рельефнаго выдѣленія предметовъ вообще нѣтъ. И только въ томъ случаѣ, если мы разсматриваемъ съ помощью особаго прибора, такъ называемаго стереоскопа, двѣ картины, изъ которыхъ одна представляетъ предметы въ томъ видѣ, какъ они казались бы нашему правому глазу, а другая такъ, какъ мы видѣли бы ихъ лѣвымъ глазомъ, можно получить весьма эффектное рельефное изображеніе. Когда

предметъ далеко, разница въ томъ, какъ видитъ его правый глазъ и лѣвый, незначительна, и рельефъ мы не замѣчаемъ—отдаленныя горы и лѣса сливаются для насъ въ плоскую картину. Чтобы получить рельефное изображеніе въ этомъ случаѣ, надо поставить въ стереоскопъ два фотографическихъ снимка одного и того же вида, снятыхъ съ двухъ точекъ, находящихся другъ отъ друга на разстояніи гораздо большемъ, чѣмъ правый глазъ удаленъ отъ лѣваго,—не на 2 дюйма, а на сажень, 10 или 100 саженъ, смотря по разстоянію отъ насъ разсматриваемыхъ предметовъ.

Стереоскопическій рельефъ мы можемъ получить также въ томъ случаѣ, если будемъ съ одного мѣста фотографировать предметы, изъ

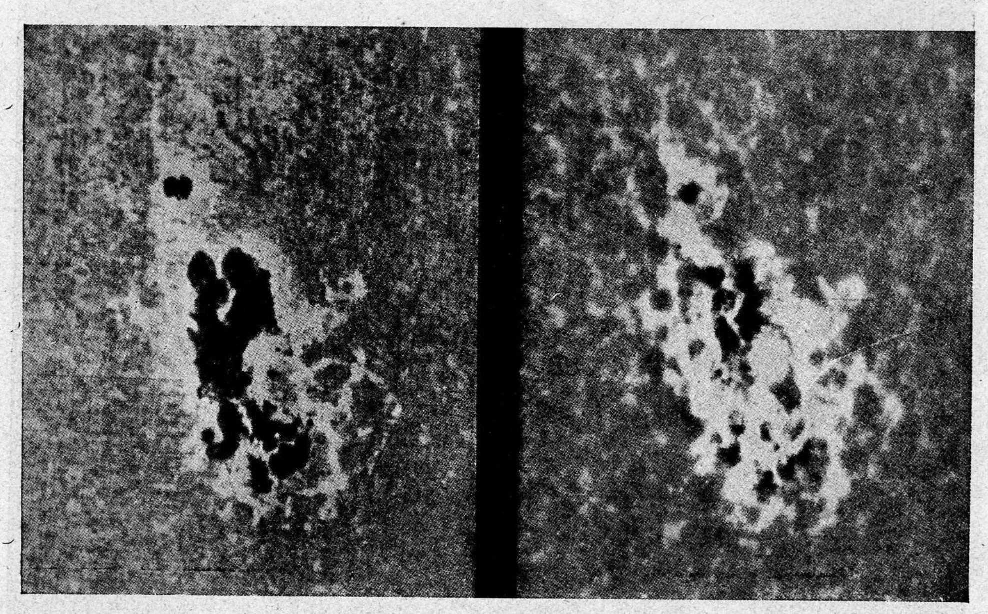


Рис. 37 и 38. Видъ одного и того же солнечнаго пятна въ различныхъ лучахъ. (Лучи кальція H_1 и H_2).

которыхъ нѣкоторые неподвижны, а другіе перемѣщаются. Первые на обоихъ снимкахъ будутъ изображены на однихъ и тѣхъ же мѣстахъ, вторые—въ различныхъ, и потому выдѣляются рельефно, если разсматривать оба снимка сразу въ стереоскопъ.

Этотъ второй принципъ стереоскопическаго эффекта и нашелъ примѣненіе въ астрономіи. На рис. 41 мы имѣемъ положеніе планеты среди звѣздъ для 10 іюня 1899 года и за день раньше. Если вырѣзать эти двѣ картинки вмѣстѣ такъ, какъ они есть, наклеить на картонъ и поставить въ стереоскопъ, то даже съ помощью самаго примитивнаго прибора мы получимъ чрезвычайно эффектное зрѣлище—мы увидимъ планету плывущей свободно въ пространствѣ, впереди далекихъ звѣздъ. Точно также и два снимка кометы, полученные черезъ нѣкоторое время одинъ послѣ другого, въ стереоскопѣ дадутъ рельефное изображеніе, въ которомъ ясно видно, что комета гораздо ближе звѣздъ, что хвостъ ея представляетъ нѣжное облако, состоящее изъ

различныхъ струй, расположенныхъ въ различныхъ плоскостяхъ, и проч. (рис. 42).

Въ стереоскопѣ сразу выдѣлится маленькая планетка, перемѣщающаяся между звѣздами, если сопоставить два снимка двухъ сосѣднихъ дней; мы замѣтимъ легко и звѣзду, имѣющую большое собствен-

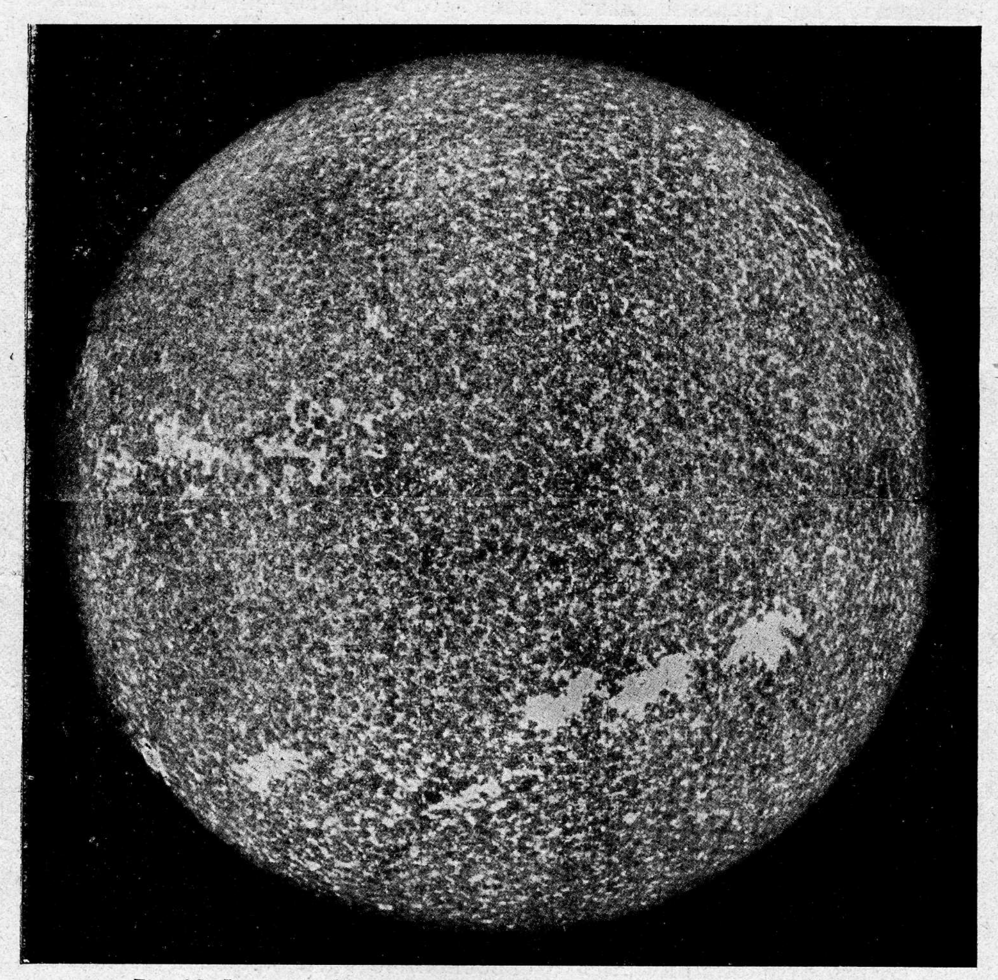


Рис. 39. Распредѣленіе паровъ кальція на поверхности солнца 12 авг. 1903 г.

ное движеніе, если будемъ разсматривать снимки, сдѣланные черезъ годъ-два одинъ послѣ другого. Наконецъ съ помощью стереоскопа легче замѣтить новую или перемѣнную звѣзду, которая на двухъ снимкахъ является различной величины въ зависимости отъ измѣненія яркости за время между двумя моментами, въ которые сдѣланы разсматриваемые снимки.

А если въ стереоскопъ поставить два снимка луны, снятые при двухъ ея положеніяхъ: одинъ разъ тогда, когда видна болѣе ея правая сторона, а второй разъ—когда повернута къ намъ больше лѣвая, то

мы ясно замѣтимъ выпуклость луны. Каждому будетъ понятно, что это круглое тѣло (рис. 43).

Съ помощью стереоскопа, несмотря на то, что онъ сталъ примѣняться въ астрономіи такъ недавно, всего около 10 лѣтъ, сдѣлано уже много интересныхъ открытій и изслѣдованій. Астрономъ не только отличаетъ то или другое явленіе, онъ старается всегда ввести въ свои наблюденія измѣренія. При стереоскопическихъ наблюденіяхъ также возможны измѣренія. Соотвѣтствующій приборъ получилъ названіе стереокомпаратора (рис. 44). Онъ значительно больше обыкновенныхъ стереоскоповъ, въ немъ разсматриваются оригинальные снимки, размѣромъ 13×18 сантиметровъ или 18×24 сант. каждый и могутъ быть производимы измѣренія.



Рис. 40. Снимокъ громаднаго протуберанса, полученный съ помощью спектрогеліографа.

Цвѣтные фильтры. Окрашенная среда пропускаетъ только лучи опредѣленнаго цвѣта, а всѣ остальные задерживаетъ. Черезъ хорошее красное стекло проходятъ только красные лучи, черезъ зеленое — зеленые. Изъ желатины и опредѣленныхъ красокъ можно приготовить еще болѣе совершенные цвѣтные фильтры. И вотъ, ставя такой фильтръ на пути лучей, идущихъ отъ какого-либо небеснаго тѣла, мы можемъ наблюдать явленіе въ однихъ опредѣленныхъ лучахъ. При другомъ фильтрѣ мы увидимъ его въ другихъ лучахъ, при этомъ оно окажется рѣзче въ тѣхъ именно лучахъ, какихъ много въ пучкѣ, идущемъ отъ небеснаго тѣла. Если такихъ лучей, какіе пропускаетъ фильтръ, совсѣмъ нѣтъ въ пучкѣ, то мы совсѣмъ ничего не увидимъ. Такимъ образомъ, съ помощью цвѣтныхъ фильтровъ мы можемъ подобно тому, какъ съ помощью спектроскопа, изучать составъ пучка лучей, идущихъ отъ небеснаго тѣла, но въ случаѣ изученія лишь общаго характера явленія цвѣтные фильтры могутъ быть болѣе удобны.

Часто они оказываются чрезвычайно полезнымъ при фотографированіи, ослабляя окраску, которая является вслѣдствіе того, что лучи, прошедшіе черезъ объективъ, не могутъ быть сведены въ одну точку.

Особенно интересные результаты съ помощью цвѣтныхъ фильтровъ получены астрономомъ Г. А. Тиховымъ на Пулковской обсерваторіи. Между прочимъ, ему удалось сфотографировать солнечные протуберансы во время затменія солнца 4 апрѣля 1912 г., когда оставался еще яркій

серпъ шириною въ 0,03 діаметра. Съ помощью цвѣтныхъ фильтровъ онъ получилъ эффектные фотографичсскіе снимки Марса и Сатурна, по которымъ могъ сдѣлать интересныя заключенія относительно при-

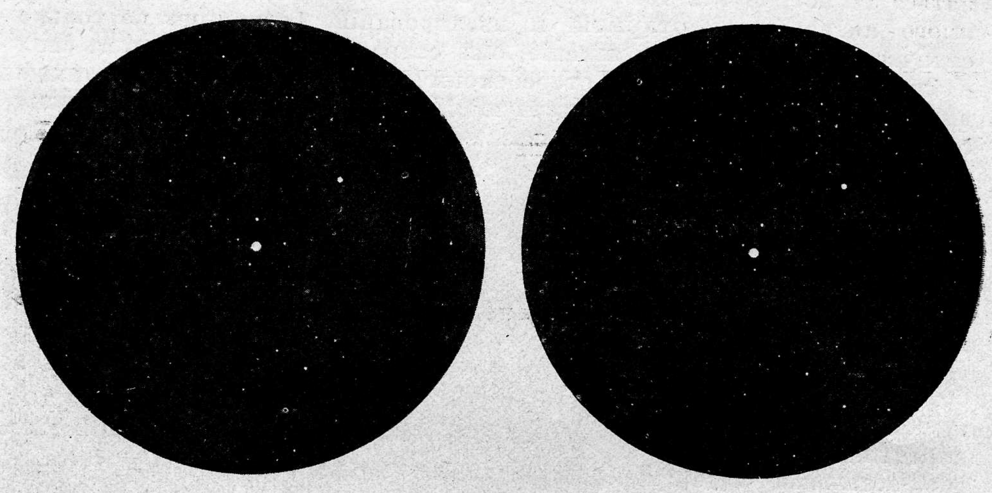


Рис. 41. Стереоскопическій видъ планеты въ пространствѣ.

роды этихъ планетъ. Онъ изучалъ характеръ лучей, идущихъ отъ кометы, а также цвѣта звѣздъ, въ связи съ вопросами объ избирательномъ поглощеніи свѣта въ пространствѣ и температурѣ звѣздъ. Наконецъ, весной 1913 г. онъ сфотографировалъ черезъ фильтры пепельный свѣтъ луны, который, какъ извѣстно, получается вслѣдствіе освѣ-

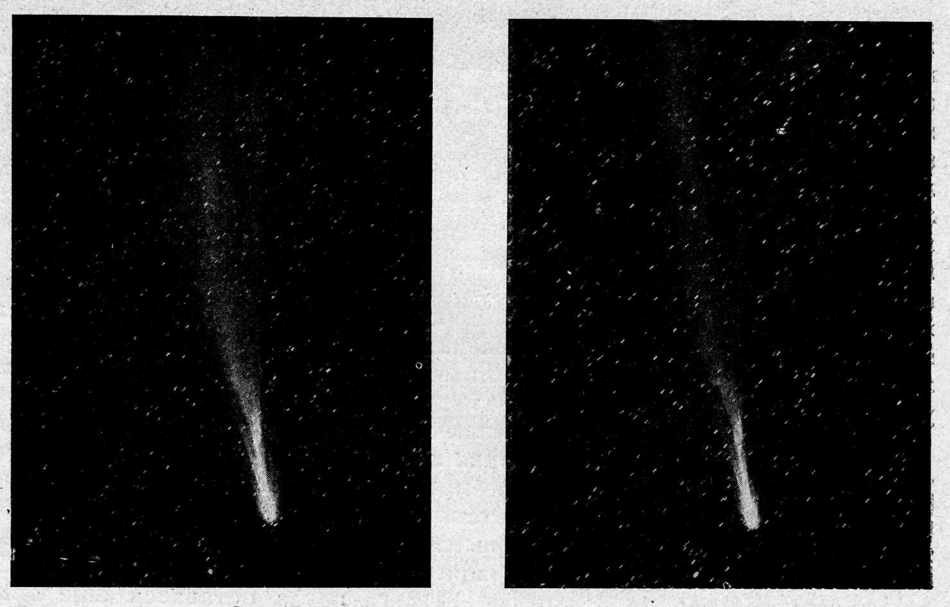


Рис. 42. Стереоскопическій видъ кометы Морхауза

щенія темной поверхности луны лучами солнца, отраженными землею. Изъ этихъ опытовъ обнаружился интересный фактъ, что лучи, идущіе на луну отъ земли, по преимуществу голубые, такъ что земля должна казаться наблюдателю, находящемуся внѣ ея, въ голубомъ цвѣтѣ.

Какъ измѣняется картина при фотографированіи въ различныхъ лучахъ, читатель можетъ видѣть изъ сравненія рисунка 45, представляющаго звѣздное скопленіе Плеядъ по снимку въ фіолетовыхъ лучахъ (съ экспозиціей въ 2 часа) съ рисункомъ 46, передающимъ то же звѣздное скопленіе по снимку въ оранжевыхъ лучахъ съ экспозиціей въ $3^1/_2$ часа, т. е. большей почти вдвое.

Кинематографическіе снимки. Во время кольцеобразнаго солнечнаго затменія 4/17 апрѣля 1912 впервые въ астрономическихъ наблюденіяхъ

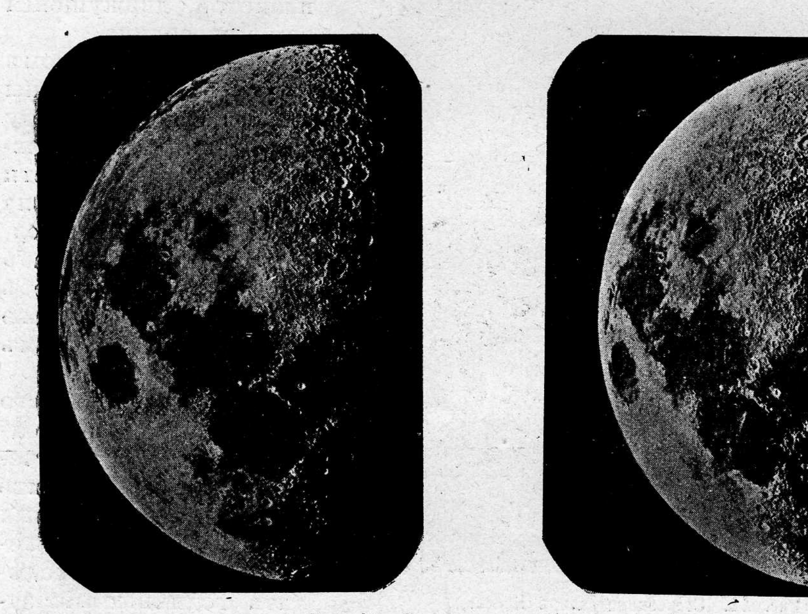


Рис. 43. Стереоскопическій видъ луны.

былъ примѣненъ кинематографъ. На большомъ числѣ снимковъ, полученныхъ быстро одинъ за другимъ (12 снимковъ въ секунду) можно было точно прослѣдить, какъ надвигался дискъ луны на дискъ солнца. И вотъ оказалось, что по направленію движенія дискъ луны вполнѣ закрывалъ дискъ солнца, а въ перпендикулярномъ направленіи оставались очень узкіе серпы солнечнаго диска незакрытыми. Отсюда непосредственно вытекало заключеніе, что дискъ луны не имѣетъ точной фигуры круга, что діаметры луны неодинаковы—именно полярный діаметръ приблизительно на 4 клм. короче экваторіальнаго.

Вѣроятно, и въ другихъ случаяхъ кинематографъ найдетъ примѣненіе въ практикѣ астронома.

Главнѣйшія задачи современной астрономіи.

Среди вопросовъ, разрѣшеніемъ которыхъ занимается астрономія, многіе возникли уже давно. Но каждое открытіе, каждое усиліе изслѣдователей представляетъ ихъ въ новомъ освѣщеніи или даетъ отвѣты болѣе точные въ числовомъ отношеніи.

Вмѣстѣ съ тѣмъ часто возникаютъ и новые вопросы, открываются новыя области изслѣдованія. Въ этомъ отношеніи чрезвычайно интересна исторія вопроса о разстояніяхъ звѣздъ.

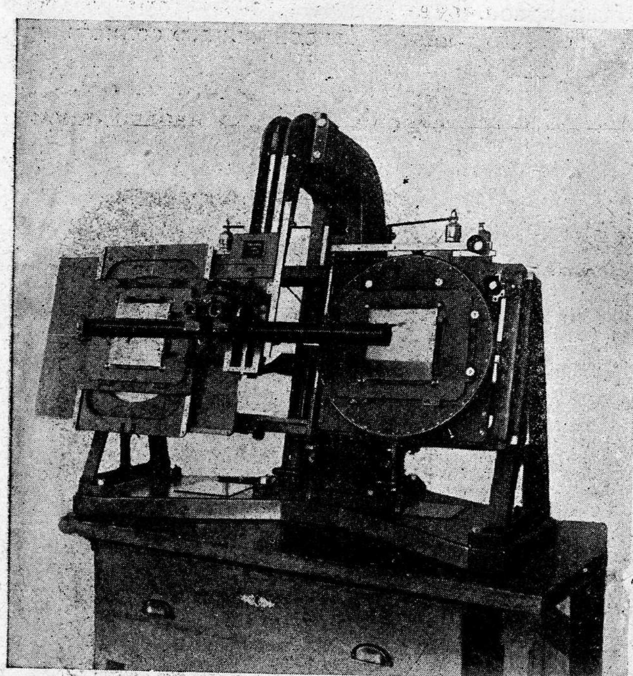


Рис. 44. Стереокомпараторъ Цейса.

По теоріи Коперника земля является планетой, движущейся вокругъ солнца.

Но при такомъ движеніи мы должны видѣть каждую звѣзду въ различныхъ направленіяхъ, въ зависимости отъ положенія земли на ея орбитѣ. Звѣзда должна видимо для насъ описать за годъ на небѣ кругъ, и чѣмъ ближе она къ намъ, тѣмъ большій (рис. 47).

Естественно, что астрономы для подтвержденія новаго ученія старались выяснить эти годичныя угловыя измѣненія въ положеніяхъ звѣздъ, опредѣлить годичные параллаксы каждой звѣзды. Но усиліе ихъ не приводили къ опредѣленнымъ результатамъ, такъ что у многихъ оставалось даже сомнѣніе въ справедливости теоріи Коперника. Между тѣмъ, причина этого лежала въ томъ, что звѣзды такъ далеко удалены отъ насъ, какъ раньше не могли и представить. Ихъ годичные параллаксы такъ малы, что обнаружить ихъ невозможно было прежними сравнительно грубыми методами наблюденія. Въ стремленіи освободить измѣренія отъ большихъ систематическихъ ошибокъ, которыя могутъ происходить отъ различнаго рода внѣшнихъ причинъ, В. Гершель даетъ идею опредѣленія *относительнаго* годичнаго параллакса. Онъ допускаетъ, что слабыя звѣзды кажутся намъ такими, вслѣдствіе того, что онѣ очень далеко и что для нихъ смѣщеніе за годъ въ зависимости отъ измѣненія положенія земли на ея орбитѣ, ничтожно, совершенно незамѣтно. Наоборотъ, яркія звѣзды потому ярче, что ближе къ намъ. Ихъ годичный параллаксъ можетъ быть значительно больше. У него явилась надежда обнаружить смѣщеніе яркой звѣзды за годъ, измѣряя

ея положенія относительно близкой къ ней слабой звѣзды, такъ такъ въ такомъ случаѣ приходилось бы собственно всегда имѣть дѣло съ *разностью* въ положеніяхъ каждой звѣзды, и ошибки, для той и другой звѣзды, будучи приблизительно одинаковы, не могли вліять на результаты. Нужно было только выбрать наиболѣе подходящую пару. Для этого В. Гершель началъ осматривать небо и изучать попадавшіяся въ поле его телескопа тѣсныя пары звѣздъ. Число такихъ паръ превзошло ожиданія Гершеля. Онъ понялъ, что прежній взглядъ на движенія звѣзды, какъ на свѣтила, далеко отстоящія другъ отъ друга и только лишь усматриваемыя нами приблизительно по одному направленію, требуетъ поправки, и что на ряду съ такими *оптически двойными* звѣздами, вѣроятно, существуетъ много паръ, представляющихъ *физическія* системы двухъ близкихъ тѣлъ, тяготѣющихъ другъ къ другу и движущихся около общаго центра тяжести. Эти движенія и должны были рѣшить вопросъ относительно физической связи звѣздъ въ каждой парѣ. Но они могли быть выяснены лишь по сравненію



Рис. 45. Плеяды по снимку Тихова въ фіолетовыхъ лучахъ при экспозиціи въ 2 часа.

Рис. 46. Плеяды по снимку Тихова въ оранжевыхъ лучахъ съ экспозиціей въ $3^1/_2$ часа.

измѣреній относительнаго положенія звѣздъ въ парѣ за многіе годы. В. Гершель, забывъ о своей прежней задачѣ подысканія подходящей пары для опредѣленія годичнаго параллакса, весь отдался этимъ измѣреніямъ и, дѣйствительно, обнаружилъ во многихъ парахъ измѣненія въ положеніяхъ, свидѣтельствующія о физической связи компонентовъ. Такимъ образомъ было открыто существованіе особыхъ сложныхъ системъ солнцъ, совершенно отличающихся отъ нашей солнечной системы; открылась широкая область для новыхъ интересныхъ изслѣдованій.

Рис. 47. Видимыя годовыя смѣщенія звѣздъ въ зависимости отъ движенія земли.

Нѣсколько раньше астрономъ Брадлей, надѣясь на точность своихъ инструментовъ, пытался опредѣлить годичный параллаксъ звѣзды гаммы Дракона. Онъ, дѣйствительно, замѣтилъ годовое измѣненіе въ положеніяхъ этой звѣзды, но направленіе, въ которомъ смѣщалась звѣзда, не соотвѣтствовало тому, которое можно было ждать, принимая во вниманіе положенія земли для тѣхъ же моментовъ. Въ наблюденіяхъ Брадлея обнаружилось не вліяніе годичнаго параллакса, а совершенно иное явленіе, которое также можетъ служить доказательствомъ движенія Земли вокругъ Солнца, но причина котораго заключается собственно въ томъ, что скорость свѣта не безконечно велика сравнительно со скоростью движенія земли по ея орбитѣ. Это явленіе названо Брадлеемъ *аберраціей* свѣта. Оно состоитъ въ томъ, что звѣзда кажется намъ нѣсколько смѣщенной и всегда въ томъ направленіи, въ какомъ движется въ данный моментъ земля, такъ что за годъ она описываетъ на небѣ болѣе или менѣе сжатый эллипсъ, смотря по тому, насколько звѣзда удалена отъ эклиптики.

Чтобы имѣть истинное положеніе звѣзды, которая не зависитъ отъ положенія земли, необходимо такимъ образомъ ввести поправку на аберрацію свѣта, а для этого надо не только выяснить характеръ этой поправки, но также возможно точно опредѣлить числовую величину. Отсюда возникаетъ новая задача опредѣленія постоянной величины, входящей въ формулы аберраціи. Эта постоянная аберрація связана соотношеніемъ со скоростью свѣта и съ разстояніемъ земли отъ солнца. Каждое новое, болѣе точное опредѣленіе скорости свѣта улучшаетъ и постоянную аберрацію; точно также вліяетъ и болѣе точное знаніе разстоянія земли отъ солнца. Но можно задачу перевернуть—именно наблюдая измѣненія въ зависимости отъ аберраціи въ положеніяхъ звѣздъ, искать поправки въ принятыхъ значеніяхъ скорости свѣта или разстоянія земли отъ солнца. Во всякомъ случаѣ опредѣленіе постоянной аберраціи явилось для астронома одной изъ важныхъ задачъ; къ ней возвращаются, предпринимая все новые ряды наблюденій.

Такимъ образомъ при попыткахъ опредѣлить годичный параллаксъ звѣздъ, возникаютъ двѣ новыя чрезвычайно важныя задачи— изслѣдованіе двойныхъ звѣздныхъ системъ и опредѣленіе вліянія аберраціи свѣта. Но и дальше при разрѣшеніи этихъ задачъ возникаютъ новыя также очень интересныя и важныя по своему значенію задачи. Такъ, напримѣръ, по тѣмъ какъ будто бы неправильностямъ, которыя замѣчены въ движеніи спутника около главной звѣзды въ нѣкоторыхъ парахъ, можно было заключить о существованіи третьяго тѣла въ

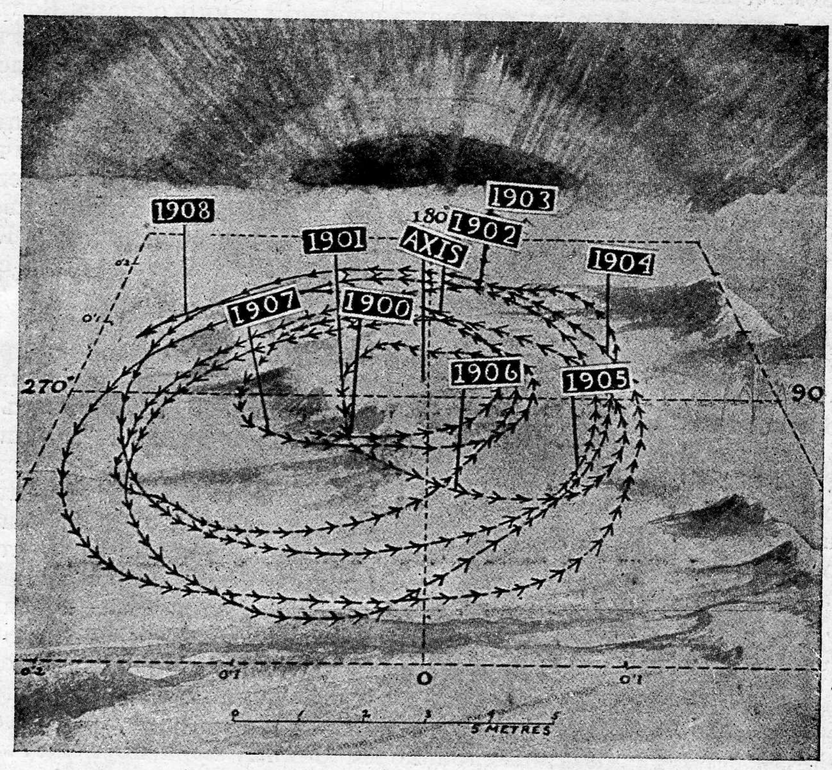


Рис. 48. Положенія земного полюса въ 1900—1908 гг.

системѣ, котораго еще не обнаруживаютъ наши трубы; а при опредѣленіи постоянной аберраціи открывается такой удивительный фактъ, какъ періодическое колебаніе полюса.

Колебаніе полюса. Еще въ 1790 году Эйлеръ теоретически установилъ, что ось вращенія земли должна измѣнять свое положеніе, являясь образующей конуса очень малаго отверстія и обходя кругомъ конуса въ теченіе 10 мѣсяцевъ. Но только сто лѣтъ спустя астрономъ Кюстнеръ къ наблюденіямъ, которыя онъ предпринялъ въ Берлинѣ съ цѣлью возможно точнаго опредѣленія постоянной аберраціи, замѣтилъ подобное колебаніе полюса, выразившееся въ періодическомъ измѣненіи широты Берлина. Это открытіе было подтверждено цѣлымъ рядомъ спеціально организованныхъ наблюденій на различныхъ обсерваторіяхъ. При этомъ было установлено, что предѣлы отклоненія

полюса отъ своего средняго положенія, не превосходя половины секунды дуги, измѣнчивы, и что періодъ колебанія не совпадаетъ съ Эйлеровымъ, и равняется 14 мѣсяцамъ. На рис. 48 мы имѣемъ картину перемѣщенія земного полюса въ 1900—1908 г.г. Его наибольшее уклоненіе отъ средняго положенія въ линейнахъ мѣрахъ оказывается около 5 метровъ.

По объясненію Ньюкома, увеличеніе періода въ явленіи колебанія полюса обусловливается упругостью земли. Такимъ образомъ въ астрономическомъ явленіи измѣненія широтъ мы получаемъ новое средство для сужденія о внутреннемъ строеніи земного шара. Вопросъ этотъ чрезвычайно сложный. Наука до сихъ поръ не можетъ дать на него опредѣленнаго отвѣта. Съ одной стороны, есть много явленій, которыя наиболѣе легко объясняются предположеніемъ, что земля еще не вполнѣ остыла, что подъ коркой, сравнительно малой толщины, находится расплавленная, жидкая масса. Съ другой стороны, изученіе явленій приливовъ и отливовъ и соображенія относительно средней плотности земли приводитъ къ заключенію, что земля внутри тверда такъ же, какъ снаружи. По расчетамъ знаменитаго физика лорда Кельвина (Томсонъ), твердость внутренняго ядра земли можетъ быть средней между твердостью стекла и твердостью стали.

Явленіе приливовъ въ твердой земной корѣ. Если бы земная кора была очень тонка, тогда мы не могли бы наблюдать никакихъ приливовъ въ океанѣ, потому что жидкая масса внутри земли поднималась бы совершенно такъ же, какъ вода на поверхности, а вмѣстѣ съ ней колебалась бы соотвѣтственнымъ образомъ и земная кора. Приливная волна должна наблюдаться только надъ твердымъ ядромъ, частицы котораго не могутъ вполнѣ слѣдовать за водной оболочкой. Въ зависимости отъ того, какова твердость и упругость ядра, водный приливъ на поверхности долженъ быть больше и меньше. Оказывается, что тѣ приливы, которые наблюдаются, составляютъ по величинѣ только $^2/_3$ тѣхъ, которые должны были бы быть, если бы земля была абсолютно тверда. Они соотвѣтствуютъ, какъ сказано выше, такому состоянію внутри земли, при которомъ твердость близка къ твердости стали. Во всякомъ случаѣ та высота, на которую поднимается подъ притяженіемъ луны и солнца вода въ океанѣ, повидимому, маскируется на одну треть приливами въ земной корѣ. Земная кора не можетъ считаться неизмѣнной. Она поднимается и опускается въ соотвѣтствіи съ приливами въ океанѣ подобно тому, какъ колышется грудь человѣка при дыханіи. Понятно, что астрономы старались обнаружить въ опредѣленной формѣ эти явленія приливовъ въ земной корѣ. Нужно было установить постепенное въ соотвѣтствіи съ положеніемъ солнца и луны измѣненіе отвѣса. Уклоненія отвѣса чрезвычайно мало. Показать ихъ могъ только особый, чрезвычайно чувствительный приборъ,—такъ называемый горизонтальный маятникъ. Первые опыты подобнаго изслѣдованія были сдѣланы Роберъ-Пашвицемъ въ Страсбургѣ 20 лѣтъ тому назадъ. Они повторены были другими учеными, но тѣ результаты которые получались, долго оставались сомнительными. Болѣе опредѣленные результаты получены въ 1902 г. Геккеромъ *въ Потсдамѣ*. Но особенно точныя наблюденія организованы были г. Орловымъ въ 1909—1910 г. въ Юрьевѣ, гдѣ два чувствительныхъ горизонтальныхъ маятника были поставлены въ старомъ очень глубоко входящемъ въ

гору погребѣ, въ которомъ вліяніе на приборы внѣшнихъ явленій было чрезвычайно мало.

Чтобы освободить наблюденія и отъ вліянія перемѣщенія водныхъ массъ, казалось выгоднымъ удалить станцію наблюденія какъ можно дальше отъ берега моря вглубь материка. Международной конференціей сейсмологовъ въ Англіи въ 1911 г. были намѣчены для этого нѣсколько станцій, между прочимъ одна изъ нихъ была устроена по порученію конференціи г. Орловымъ въ Томскѣ.

Было бы очень важно организовать въ одномъ мѣстѣ, параллельно съ наблюденіями надъ измѣненіемъ широты, наблюденія съ горизонтальными маятниками, указывающія на колебаніе отвѣса подъ дѣйствіемъ притяженія луны и солнца. Эти два параллельныя изслѣдованія должны дать опредѣленныя данныя для рѣшенія вопроса о внутреннемъ строеніи земли.

Изслѣдованія солнца. Въ популярной астрономіи Араго есть глава, которая носитъ названіе „Обитаемо ли солнце"? Она начинается словами:—„Если мнѣ предложатъ вопросъ: „Обитаемо ли солнце", то я отвѣчу, что я не знаю. Но если меня спросятъ, можетъ ли солнце быть обитаемо организмами, подобными тѣмъ, какія населяютъ Землю, я не колеблясь дамъ утвердительный отвѣтъ".

Араго представлялъ себѣ солнце такъ, какъ училъ Гершель—въ видѣ темнаго холоднаго шара, окруженнаго блестящей оболочкой гораздо большаго діаметра. Въ этой оболочкѣ бываютъ прорывы. Черезъ нихъ намъ съ земли видна темная поверхность внутренняго шара. Она представляется, какъ черное пятно на яркомъ дискѣ. Черезъ прорывы въ блестящей оболочкѣ воображаемый житель солнца и можетъ проникать взоромъ въ окружающее пространство.

Такого взгляда на природу солнца держался извѣстный французскій астрономъ и физикъ еще въ концѣ половины XIX ст. И какъ измѣнилось наше представленіе о солнцѣ съ тѣхъ поръ! Для насъ теперь ясно, что внутри блестящей накаленной оболочки холоднаго тѣла быть не можетъ, что на солнцѣ невозможна жизнь организма. Это огромное тѣло находится въ расплавленномъ накаленномъ состояніи, въ его атмосферѣ плаваютъ пары тяжелыхъ металловъ и одной двухмилліонной части того тепла, которое онъ распространяетъ во всѣ стороны, достаточно для поддержанія жизни на всей землѣ.

Но какъ ни великъ прогрессъ въ уясненіи природы солнца за послѣднія 60 лѣтъ, многое еще остается для насъ непонятнымъ и спорнымъ. Еще совсѣмъ недавно ученые оцѣнивали *температуру* Солнца такими несогласными числами:

Пулье	въ	1.600	градусовъ.
Розетти	„	10.000	„
Цельнеръ	„	27.000	„
Эриксонъ	„	2.500.000	„
Секки	„ . . .	10.000,000	„

Эти результаты имѣютъ въ основѣ различныя значенія такъ называемый „солнечной постоянной", т. е. числа малыхъ калорій, получаемыхъ однимъ квадратнымъ сантиметромъ земной поверхности при условіи, что солнечные лучи падаютъ на него отвѣсно.

Но расхожденія въ получаемыхъ по наблюденіямъ значеніяхъ солнечной постоянной все-таки не велики. И если числа, опредѣляющія температуру Солнца такъ сильно различаются, то это объясняется существеннымъ отличіемъ принциповъ, по которымъ производилась обработка наблюденій. Главная причина расхожденія заключается въ томъ, что намъ неизвѣстны законы излученія сильно нагрѣтаго тѣла. Только нѣсколько лѣтъ тому назадъ австрійскій физикъ Стефанъ предложилъ формулу, которая хорошо удовлетворяетъ лабораторнымъ опытамъ со всѣми доступными намъ высокими температурами. Стефанъ нашелъ, что излученіе абсолютно чернаго тѣла пропорціонально четвертой степени его температуры, считаемой отъ абсолютнаго нуля. Въ примѣненіи къ солнцу этотъ законъ примиряетъ всѣ, такъ различающіеся между собой прежніе результаты и даетъ для температуры солнца, какъ наиболѣе вѣроятное число 6.033^0 по абсолютной шкалѣ, или 5.760^0 по шкалѣ Цельзія.

Вычисляя температуру солнца на основаніи закона Стефана, мы дѣлаемъ такимъ образомъ допущеніе, что солнечная поверхность излучаетъ тепло такъ же, какъ сажа, абсолютно-черное тѣло. Температура, вычисленная при такомъ предположеніи, носитъ названіе „эффективной температуры солнца". Эта температура не представляетъ точно истинной температуры, но она даетъ предѣлъ, ниже котораго не можетъ быть истинная температура, потому что абсолютно черное тѣло излучаетъ тепло сравнительно со всѣми другими тѣлами всего больше.

Нѣкоторыя другія соображенія позволяютъ установить, что температура солнца не можетъ быть выше 10.500^0, причемъ болѣе вѣроятія, что она ближе къ только что данному низшему предѣлу, такъ что приблизительно мы можемъ считать ее около 6.000^0 С.

Въ послѣднее время указанъ еще новый методъ опредѣленія температуры солнца. Онъ основывается на измѣреніи интенсивности различныхъ частей спектра. Изслѣдованіями Вина, Луммера и Прингсхейма, Планка, Паша и др. установлено очень важное соотношеніе. Оказывается, что произведеніе температуры на длину волны того луча, который даетъ наиболѣе интенсивную линію въ спектрѣ, есть величина постоянная, т. е.:

$$\lambda . T = c.$$

Опредѣляя это постоянное число (c) лабораторными опытами для различныхъ тѣлъ и измѣряя длину волны (λ) наиболѣе интенсивной части солнечнаго спектра, мы можемъ найти температуру (T) солнца въ различныхъ гипотезахъ. Оказывается, что въ предположеніи, что солнце излучаетъ тепло, какъ абсолютно черное тѣло, его температура должна равняться 6.790^0, и въ предположеніи, что солнце блеститъ, какъ металлъ, $T = 6.100^0$. Эти результаты въ общемъ согласуются съ тѣмъ, который полученъ по первому способу на основаніи закона Стефана, такъ что температура солнца можетъ считаться въ предѣлахъ $6.000^0 - 7.000^0$ С.

Весьма интересныя подробности выяснились при изслѣдованіи *вращенія* солнца. Еще Каррингтонъ по своимъ наблюденіямъ солнечныхъ пятенъ въ 1853—1861 г.г. показалъ, что солнце вращается не какъ одно цѣлое, а отдѣльными полосами. Наибольшую скорость имѣетъ экваторіальная область, для которой время вращенія равняется

25 днямъ; но чѣмъ дальше отъ экватора, тѣмъ время вращенія больше: подъ широтой 30° оно равно уже $26^1/_2$ днямъ, а подъ широтой 45°— $27^1/_2$ днямъ.

Фотографическіе снимки солнца, на которыхъ можно было прослѣдить факелы дальше отъ краевъ диска, чѣмъ при наблюденіяхъ глазомъ въ трубу, позволили опредѣлить вращеніе солнца также и по факеламъ. Изслѣдованіе г.г. Бѣлопольскаго и Стратонова показали, что и факелы подчинены тому же закону, какъ пятна, хотя для нихъ увеличеніе времени вращенія съ широтою и не такъ велико.

Наконецъ, изслѣдованіе вращенія солнца было произведено съ помощью спектроскопа на основаніи принципа Допплера-Физо (стр. 27). Вслѣдствіе вращенія точки одного края солнечнаго экватора или какой-либо параллели перемѣщаются по направленію къ намъ, точки другого края уносятся отъ насъ. Соотвѣтственно съ этимъ линіи въ спектрѣ перваго края солнца должны быть смѣщены въ сторону фіолетоваго края, линія въ спектрѣ второго — въ сторону краснаго конца. Смѣщеніе линіи будетъ еще болѣе замѣтно, если сопоставить спектръ двухъ противоположныхъ краевъ диска. Линіи окажутся какъ бы двойными, и по тому, насколько онѣ будутъ раздвинуты, можно судить о скорости вращенія на данной параллели. По наблюденіямъ Дунера оказалось, что скорость и время вращенія на солнечной поверхности измѣняются такимъ образомъ:

Широта.	Линейная скорость.	Время вращенія.
0°.4	1.98 килом.	25.46 дней.
15.0	1.85 „	26.35 „
30.0	1.58 „	27.35 „
45.0	1.19 „	30.03 „
60.0	0.74 „	33.90 „
75.0	0.34 „	38.54 „

Такимъ образомъ, по спекральнымъ наблюденіямъ законъ увеличенія времени вращенія съ широтою выступаетъ еще болѣе опредѣленно, при чемъ изслѣдованіе по этому способу можно было произвести на 75° по ту и другую сторону отъ экватора, въ то время какъ вращеніе солнца по пятнамъ можетъ быть изучаемо только въ области не далѣе 45°, а по факеламъ—не долѣе 60° отъ экватора, такъ какъ далѣе 45° пятна не встрѣчаются и только въ рѣдкихъ случаяхъ наблюдаются факелы подъ широтой большей 60°.

Смѣщеніе линій въ спектрѣ можетъ происходить не только отъ движенія источника свѣта вдоль луча зрѣнія, но также и отъ другихъ причинъ. Между прочимъ, онъ можетъ обусловливаться увеличеніемъ давленія. Это обстоятельство дало возможность опредѣлить то *давленіе*, которое должно имѣть мѣсто на поверхности солнца. Оно оказывается въ 5 или 6 разъ больше атмосфернаго давленія на землѣ.

Въ высшей степени сложно *строеніе* солнечной поверхности. Какъ извѣстно, даже въ небольшую астрономическую трубу поверхность солнца представляется какъ бы рябой, состоящей изъ безчисленнаго множества маленькихъ свѣтлыхъ зеренъ, такъ называемыхъ—гранулъ, которыя на самомъ дѣлѣ, конечно, весьма велики по своимъ размѣрамъ. Это какъ бы гигантскія волны бушующаго огненнаго океана.

Онѣ очень измѣнчивы и непостоянны по формы и по положенію. Но кромѣ этихъ гранулъ, въ настоящее время съ помощью спектрогеліографа (стр. 28) наблюдаются еще образованія, имѣющія видъ клочьевъ шерсти, а потому и названныя астрономомъ Хейлемъ, который впервые ихъ сфотографировалъ, *флоккулами.*

Флоккулы представляютъ собой легкія облака, плавающія надъ поверхностью солнца. Они состоятъ, главнымъ образомъ, изъ паровъ кальція или водорода. Спектрогеліографъ можетъ дать картину распредѣленія въ этихъ облакахъ каждаго вещества отдѣльно.

Флоккулы, повидимому, находятся въ тѣсной связи съ факелами и, кажется, представляютъ собой высшіе слои факеловъ.

Иногда распредѣленіе ихъ измѣняется довольно быстро, но по большей части это формы гораздо болѣе устойчивыя, чѣмъ гранулы. Поэтому были сдѣланы даже попытки опредѣлить по нимъ время вращенія поверхности солнца. При этомъ оказалось, что для флоккулъ

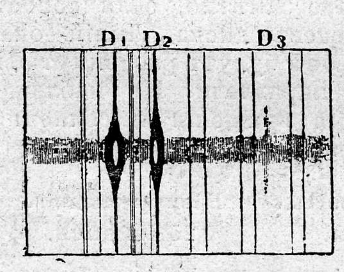


Рис. 49. Обращеніе линій D въ спектрѣ солнца.

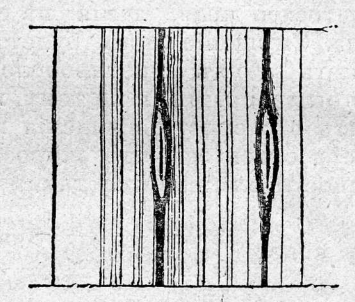


Рис. 50. Двойное обращеніе линій D въ спектрѣ солнца.

изъ паровъ кальція имѣетъ мѣсто законъ увеличенія времени вращенія съ широтой, но для флоккулъ водорода скорость вращенія остается одинаковой во всѣхъ широтахъ.

Долго астрономы не могли понять, почему иногда въ спектрѣ солнечнаго пятна нѣкоторыя линіи оказываются обращенными, т. е. вмѣсто темной фраунгоферовой линіи является свѣтлая линія на фонѣ расширенной темной, какъ представлено на рисункѣ 49-мъ. Теперь это явленіе получило объясненіе. Спектръ флоккулъ характеризуется яркими водородными или кальціевыми линіями. Температура этихъ образованій выше, чѣмъ температура газовъ, находящихся ниже. Если флоккулы въ видѣ облаковъ держатся надъ пятномъ, тогда и будутъ вырисовываться свѣтлыя линія ихъ спектра на соотвѣтственной темной линіи въ спектрѣ пятна.

Въ 1908 году Хейлю удалось объяснить еще болѣе загадочное явленіе двойнаго обращенія линій въ спектрѣ солнечныхъ пятенъ, которое состоитъ въ томъ, что на темномъ фонѣ расширенной фраунгоферовой линіи видна широкая свѣтлая полоса, въ серединѣ которой вырисовывается узкая темная линія, какъ имѣемъ на рисункѣ 50-мъ.

Это явленіе можетъ обусловливаться тѣмъ, что вокругъ солнечнаго пятна образуется магнитное поле. Физикъ Зееманъ показалъ, что въ томъ случаѣ, когда источникъ свѣта находится между полюсами сильнаго электромагнита, спектръ его претерпѣваетъ нѣкоторыя измѣненія.

Между прочимъ, спектральныя линіи, характерныя для даннаго источника свѣта, исчезаютъ и вмѣсто каждой изъ нихъ появляется по двѣ новыхъ свѣтлыхъ линій, расположенныхъ симметрично къ прежнему положенію линіи. Двѣ линіи вмѣсто одной мы увидимъ въ томъ случаѣ, если будемъ смотрѣть по направленію, перпендикулярному къ линіи, соединяющей полюсы электромагнита. Если же смотрѣть по направленію этой линіи, соединяющей полюсы электромагнита, то вмѣсто одной линіи, мы увидимъ три—одну на прежнемъ мѣстѣ и двѣ другія симметрично по ту и другую сторону отъ нея.

По наблюденіямъ Хейля для солнечныхъ пятенъ мы имѣемъ какъ разъ то же самое. Когда пятно въ центральной части солнечнаго

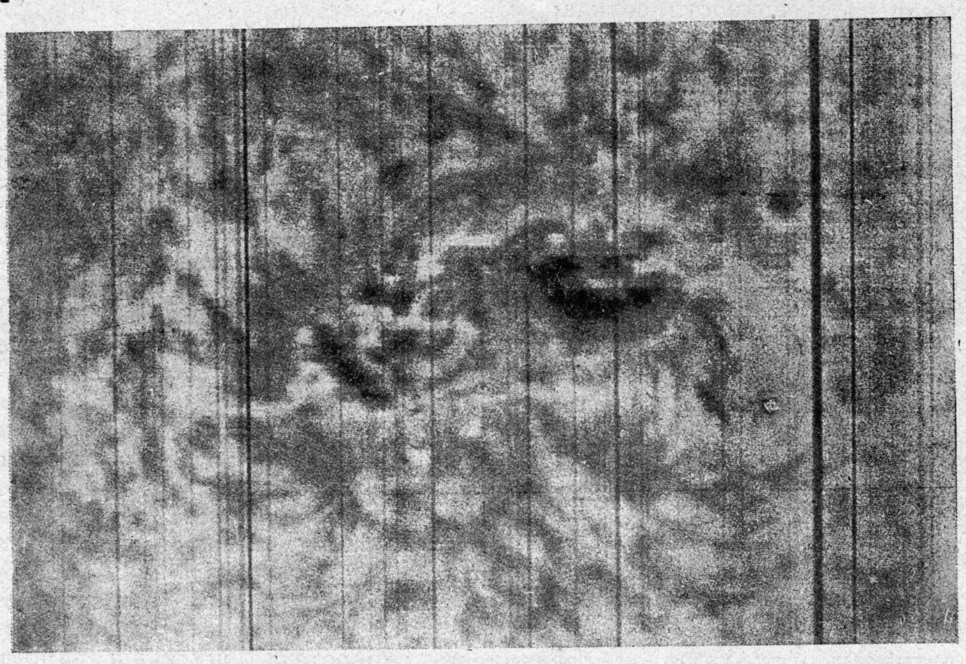


Рис. 51. Водородныя флоккулы надъ солнечнымъ пятномъ въ вихревомъ движеніи.

диска, можно видѣть въ его спектрѣ двѣ свѣтлыя линіи, раздѣленная темнымъ промежуткомъ. Но когда пятно на краю диска, тогда вмѣсто двухъ свѣтлыхъ линій, является три, какъ и слѣдуетъ въ соотвѣтствіи ожидать, если принять во вниманіе измѣненіе въ положеніи пятна по отношенію къ наблюдателю. Хейль даетъ и объясненіе магнитному полю на солнцѣ. Оно можетъ происходить отъ тѣхъ вихрей наэлектризованныхъ частицъ газа, которые имѣютъ мѣсто надъ солнечными пятнами. На снимкахъ, полученныхъ Хейлемъ съ помощью спектрогеліографа можно прямо видѣть такіе вихри вокругъ солнечныхъ пятенъ (рис. 51).

Кромѣ флоккулъ, замѣчены еще образованія, которыя получили названія волоконъ. Они являются въ видѣ черныхъ нитокъ, иногда съ небольшими отростками наподобіе чётокъ. (рис. 52). Волокна встрѣчаются по всему диску, но въ распредѣленіи ихъ замѣчается нѣко-

торая закономѣрность. Часто волокна держатся въ продолженіи нѣсколькихъ оборотовъ солнца; они претерпѣваютъ при этомъ измѣненія внутренняго характера, но это не оказываетъ вліянія на окружающія части поверхности. Въ этомъ отношеніи волокна похожи на пятна—обстоятельство чрезвычайно интересное само по себѣ и особенно потому, что пятна и волокна представляютъ образованія различныхъ слоевъ: первыя—болѣе низкихъ, вторыя—наиболѣе высокихъ.

Стремленія астрономовъ, занимающихся изученіемъ солнца, въ послѣдніе годы направлены на то, чтобы съ помощью спектро-регистратора (см. стр. 29) опредѣлить скорости перемѣщенія массъ по лучу зрѣнія въ пятнахъ, факелахъ, флоккулахъ, волокнахъ, а также и вообще на поверхности солнца.

Въ 1910 г. астрономъ Джонъ на Солнечной обсерваторіи, по наблюденіямъ, организованнымъ съ особенной тщательностью, нашелъ, что въ тѣхъ частяхъ солнечной поверхности, которыя не затронуты какимъ-либо возмущеніемъ, пары кальція, дающіе свѣтлую линію K_2 и соотвѣтствующіе среднему слою, находятся въ восходящемъ движеніи, со скоростью около 2 километровъ въ секунду, а пары верхняго слоя, дающіе свѣтлую линію K_3, наоборотъ, опускаются со скоростью 1,14 километра.

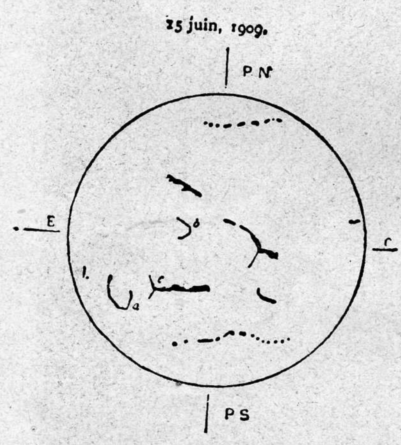


Рис. 52. Волокна въ видѣ черныхъ нитокъ на поверхности солнца.

Деляндръ въ Медонѣ (близъ Парижа) получилъ такіе же результаты относительно направленія движенія, но скорости оказались нѣсколько отличныя. Пары кальція верхняго слоя, повидимому, находятся въ нисходящемъ движеніи также и въ пятнахъ и въ факелахъ. Но пары кальція средняго слоя, поднимающіеся надъ спокойной поверхностью, на тѣни пятна опускаются, а на полутѣни не обнаруживаютъ ни восходящаго ни нисходящаго движенія. Что особенно интересно,—это небольшая, но, повидимому, опредѣленная разница въ скоростяхъ опусканія паровъ кальція верхняго слоя для южнаго и сѣвернаго края полутѣни пятна.

Вотъ какія сложныя явленія на солнечной поверхности доступны изслѣдованію въ настоящее время!

Исторія луны. Фотографія дала намъ новыя данныя для сужденія о природѣ луны и тѣхъ процессовъ, которые происходили на ея поверхности въ послѣдовательной смѣнѣ вѣковъ.

Особенно интересные снимки получены на Парижской обсерваторіи. Они сдѣланы съ помощью ломанной трубы съ большимъ фокуснымъ разстояніемъ (рис. 53). Благодаря большому фокусному разстоянію, увеличеніе трубы весьма велико. Непосредственно въ фокусѣ этой трубы, такимъ образомъ, безъ всякой системы для увеличенія, дискъ луны получается размѣромъ 17 сантиметровъ въ поперечникѣ (рис. 35). Но что особенно важно, это необычайная рѣзкость Парижскихъ снимковъ. Она достигнута не сразу. Астрономы Леви и Пюизо въ теченіе цѣлаго ряда лѣтъ упорно производили опыты фотографированія, принимая различныя предосторожности противъ искаженій

изображенія луны на снимкѣ, въ зависимости отъ токовъ воздуха въ трубѣ и другихъ внѣшнихъ вліяній. Отчетливость, съ какой вырисовываются мелкія подробности строенія лунной поверхности на оригинальныхъ снимкахъ настолько велика, что отдѣльныя части каждаго снимка можно было отпечатать въ значительно (10—16 разъ) увеличенномъ масштабѣ.

Парижской обсерваторіей изданъ большой атласъ прекрасныхъ чрезвычайно эффектныхъ фотогеліогравюръ, размѣромъ 60×80 санти-

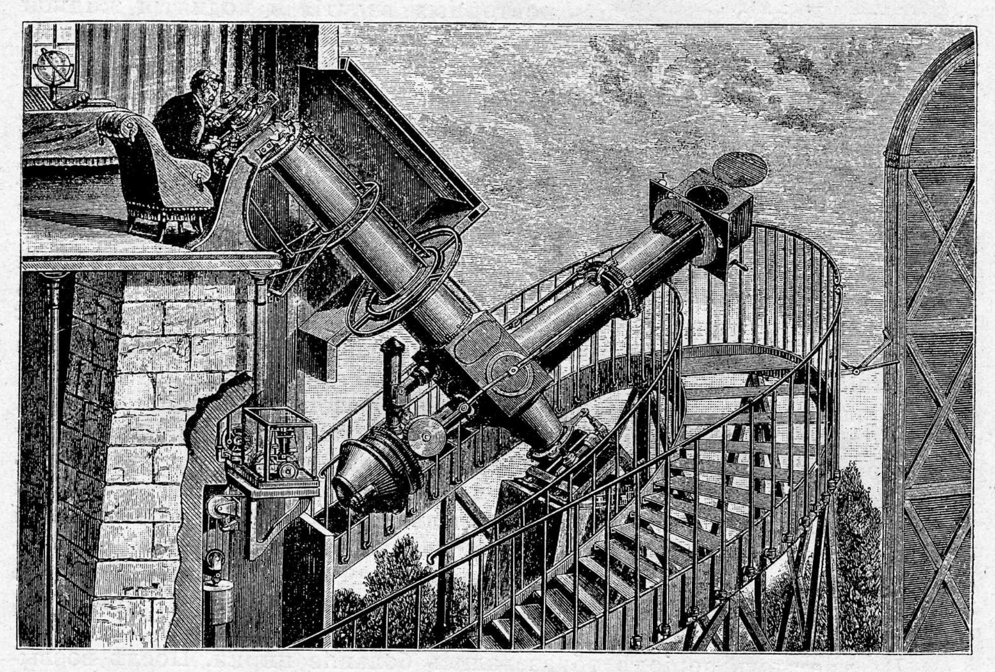


Рис. 53. Equatorial coudé (ломанная труба) на Парижской обсерваторіи.

метровъ, которыя передаютъ намъ различныя области лунной поверхности съ большими подробностями.

Сравнительное изученіе этихъ снимковъ и дало основаніе къ цѣлому ряду интересныхъ заключеній относительно того, какъ формировалась лунная поверхность и въ какой послѣдовательности возникали различныя формы.

Такъ, напримѣръ, по мнѣнію Леви и Пюизо, свѣтлые лучи, расходящіеся радіусами отъ нѣкоторыхъ цирковъ,— это пепелъ, выкинутый вулканами. Такъ какъ на лунѣ нѣтъ атмосферы, подобной той, какую мы знаемъ на землѣ, то тамъ нѣтъ дождя, нѣтъ вѣтровъ. Пепелъ осѣдалъ на поверхность спокойно и остался до настоящаго времени въ такомъ же положеніи, какъ осѣлъ. Онъ покрываетъ нѣкоторыя горы и моря. Но вотъ въ то время, какъ въ одномъ случаѣ свѣтлый лучъ пересѣкаетъ море вполнѣ ясно, въ другомъ случаѣ онъ моремъ прерывается, т. е. лучъ ясно виденъ до моря, и можно прослѣдить его продолженіе дальше моря, но на самомъ морѣ онъ пропадаетъ. Отсюда можно заключить, что второе море сравнительно съ

первымъ моложе: оно отвердѣло позднѣе, чѣмъ первое, позднѣе даже, чѣмъ былъ выброшенъ пепелъ вулканомъ. Когда дѣйствовалъ вулканъ, первое море было уже твердое. На дно его осѣлъ пепелъ и остался такъ, какъ легъ. Но второе море въ это время было еще жидкое, пепелъ, осѣвшій на его поверхности, поглощенъ жидкостью и теперь не виденъ, хотя по общему виду море уже давно остыло и не отличается ничѣмъ отъ перваго.

Точно также есть основаніе судить объ относительномъ возрастѣ кратеровъ. Можно прослѣдить повторныя вздутія и поднятія жидкой массы внутри нѣкоторыхъ кратеровъ, послѣдовательное разрушеніе другихъ. Можно установить повторяемость изверженій вулкановъ, выбрасывавшихъ пепелъ, время прекращенія ихъ дѣятельности и пр. Изучая свои фотографическіе снимки, Леви и Пюизо пришли къ заключенію, что въ исторіи развитія поверхности луны можно установить пять большихъ періодовъ.

Первый періодъ — это то состояніе луны, когда она находилась еще въ жидкомъ видѣ, но въ различныхъ частяхъ ея поверхности уже стали появляться шлаки, которые подъ дѣйствіемъ теченій иногда раздѣлялись, а потомъ, по мѣрѣ общаго охлажденія, опять спаивались. При этомъ образовались въ корѣ линіи разрыва и соединенія. Фотографія обнаружила нѣсколько правильныхъ системъ такого рода линій.

Началомъ второго періода является образованіе сплошной коры. Жидкая масса подъ вліяніемъ притяженія земли или какихъ-либо другихъ причинъ накопляется на опредѣленныхъ мѣстахъ и такъ какъ ей нѣтъ свободнаго выхода на поверхность, то происходятъ разрывы въ видѣ щелей. Черезъ нихъ выливалась лава. Она скоро остывала и образовала въ этихъ мѣстахъ сплошныя равнины. Съ теченіемъ времени кора становилась все крѣпче и крѣпче, она разрывается только подъ дѣйствіемъ сильныхъ внутреннихъ давленій: образуются вздутія, а за ними провалы.

Въ третьемъ періодѣ образовались большіе цирки. Послѣ возвышенія являются исключеніями и обнимаютъ лишь очень ограниченныя по размѣрамъ области. Наоборотъ, оказываются возможными общія пониженія, которыя распространяются на тѣмъ большее пространство, чѣмъ дольше кора можетъ держаться безъ подпоры.

Четвертый періодъ и можно характеризовать образованіемъ такихъ большихъ пониженій, которыя извѣстны подъ именемъ морей. Существованіе пятенъ и лучей, которые тянутся одинаково и черезъ моря и черезъ высокія плато, черезъ валы и внутреннія углубленія цирковъ указываютъ, несомнѣнно, на новую фазу, которая предшествовала окончательному омертвѣнію поверхности.

Послѣдній пятый періодъ — это тотъ, когда вслѣдствіе постоянно увеличивающейся толщины коры интенсивная вулканическая дѣятельность проявляется только временно и черезъ небольшія отверстія. Эти явленія измѣняютъ отчасти цвѣтъ дна, не сглаживая его главнѣйшихъ неровностей.

Планеты. Вслѣдъ за блестящими отрытіями различныхъ подробностей на поверхности Марса знаменитый итальянскій астрономъ Скіапарелли сдѣлалъ еще замѣчательное заключеніе относительно *времени вращенія Меркурія.* Судя по расположенію тѣхъ пятенъ, кото-

рыя Скіапарелли видѣлъ на поверхности этой планеты, онъ рѣшилъ, что Меркурій обращенъ къ солнцу всегда одной и той же стороной своей поверхности. Слѣдовательно, онъ вращается вокругъ своей оси во столько же времени, во сколько обходитъ по всей орбитѣ около солнца, т. е. въ 88 дней. Фактъ въ высшей степени интересный и важный! Онъ даетъ намъ основу для сужденія о процессѣ формированія планеты, а также указываетъ на громадную разницу въ условіяхъ, въ какихъ находятся два противоположныхъ полушарія: на сторонѣ, обращенной къ солнцу, господствуетъ страшный жаръ, на сторонѣ противоположной—вѣчный мракъ и холодъ.

Въ отношеніи вращенія можно установить аналогію между Меркуріемъ и луною. Но между ними, повидимому, есть сходство и относительно *атмосферы*, такъ какъ Меркурій тоже, какъ и луна, атмосферы не имѣетъ. Не имѣютъ ее и малыя планеты, на что указываетъ такое же измѣненіе яркости, какое наблюдается при различныхъ фазахъ у луны и Меркурія. Повидимому, малыя небесныя тѣла нашей солнечной системы уже успѣли потерять свои атмосферы: они не могли своимъ слабымъ притяженіемъ удержать частицы газовъ, находящіяся въ быстромъ движеніи—и частицы, постепенно отдѣляясь, разсѣялись въ пространство.

Скіапарелли высказалъ подозрѣніе, что и *Венера* имѣетъ медленное вращеніе вокругъ оси, равное по времени обращенію планеты около солнца, но спектральныя наблюденія академика А. Бѣлопольскаго указываютъ болѣе опредѣленно, что Венера вращается вокругъ оси лишь немного медленнѣе, чѣмъ земля, приблизительно въ 33 часа.

По смѣщенію линій *Урана* можно было сдѣлать заключеніе и относительно вращенія этой планеты, на что раньше не было никакихъ опредѣленныхъ данныхъ. По наблюденіямъ Ловэлла, Уранъ вращается въ *обратномъ* направленіи, и время вращенія равняется $10^3/_4$ час.



Рис. 54. Спектръ Урана и Нептуна по снимкамъ Ловэлла.

Тѣмъ же способомъ болѣе детально изслѣдовано *вращеніе Юпитера* и *Сатурна*. Вотъ интересныя числа, которыя получены для послѣдней планеты различными наблюденіями:

Наблюдатель.	Экв. точка.	Внутр. край кольца.	Средина кольца.	Внѣшній край кольца.
Keeler	10,3 клм.	20,04 клм.	18,0 клм.	16,55 клм.
Deslandres . .	9,4 „	20,10 „	—	15,40 „
Бѣлопольск. .	9,3 „	21,10 „	—	15,5 „
Campbell . . .	9,8 „	— „	17,4	и разность краевъ. 3,13 клм.

Въ этомъ сопоставленіи особенно замѣчательно то, что всѣ наблюдатели согласно даютъ скорости, уменьшающіяся отъ внутренняго края кольца къ внѣшнему. Это прямо указываетъ, что кольцо Сатурна не можетъ вращаться, какъ цѣлое, потому что въ этомъ случаѣ внѣшнія точки должны въ то же время, какъ и внутреннія, описать большую дугу и, слѣдовательно, ихъ линейная скорость была бы большая. Результаты же, приведенныя въ таблицѣ, соотвѣтствуютъ гипотезѣ Максвелла-Гирна. По этой гипотезѣ, кольцо Сатурна состоитъ изъ огромнаго числа маленькихъ тѣлецъ, которыя обращаются около планеты, какъ спутники, каждое отдѣльно. Но по закону механики, чѣмъ ближе спутникъ, тѣмъ быстрѣе онъ движется вокругъ планеты, подобно тому, какъ близкая къ солнцу планета движется быстрѣе отдаленной.

Большое впечатлѣніе произвели снимки *спектровъ Урана и Нептуна*, которые получилъ Ловэллъ. Въ нихъ ясно выступаютъ такія же полосы, какими характеризуется спектръ хлорофилла—того зеленаго вещества, которое заключается въ листьяхъ растеній (рис. 54).

Нѣкоторыя интересныя подробности на поверхности планетъ и даже спутниковъ были отмѣчены за послѣднее время непосредственными наблюденіями въ трубу. Такъ, В. Пикерингъ, наблюдая въ Арекипѣ—въ горахъ Перу,—видѣлъ опредѣленныя пятна на поверхности спутниковъ Юпитера, по которымъ можно было судить о вращеніи спутника около оси и формѣ его.

Долго попытки фотографировать планеты не давали хорошихъ результатовъ. Но нѣсколько лѣтъ тому назадъ Барнарду, Лоуэллю и Тихову съ помощью гигантскихъ инструментовъ удалось, наконецъ, получить очень хорошіе снимки Марса и Сатурна. На снимкахъ Марса видны очертанія пятенъ и главнѣйшіе каналы (рис. 55). Особенно интересны цвѣтные снимки Тихова, которые представляютъ новыя данныя для сужденія о природѣ такихъ образованій, какъ, напримѣръ, полярныя пятна. Эти пятна, оказывается, не бѣлаго цвѣта, какъ считаютъ ихъ на основаніи того, что видно въ трубы, а зеленаго, и, по мнѣнію Тихова, скорѣе представляютъ собой ледъ, а не снѣгъ.

За послѣднее время открыто также нѣсколько новыхъ спутниковъ у большихъ планетъ. Особенно удивительно было открытіе пятаго спутника Юпитера въ 1892 году. Это маленькое тѣло находится очень близко къ планетѣ и употребляетъ для того, чтобы обойти ее, менѣе 12 часовъ. Было сдѣлано предположеніе, что этого спутника раньше у Юпитера не было, что могучая планета завербовала въ свою систему это маленькое тѣло при встрѣчѣ съ нимъ въ пространствѣ.

Съ помощью фотографіи найдено было въ 1904, 1905 и 1908 г.г. еще три спутника, тоже весьма слабые по яркости, но отстоящіе дальше отъ планеты, чѣмъ тѣ четыре яркіе, которые были открыты еще Галилеемъ. Интересно очень движеніе восьмого спутника. Радіусъ

его орбиты составляетъ 357 радіусовъ планеты, наклонность къ орбитѣ планеты—32°, направленіе движенія обратное. На чертежѣ 56-мъ мы имѣемъ относительное расположеніе орбитъ всѣхъ восьми спутниковъ въ проекціи на одну плоскость. Здѣсь указаны также положенія восьмого спутника для января 1912 года и января 1914 года.

Два новыхъ спутника открыто у Сатурна: въ 1899 — девятый по счету, въ 1905—десятый. Они названы именами сестеръ бога Сатурна—

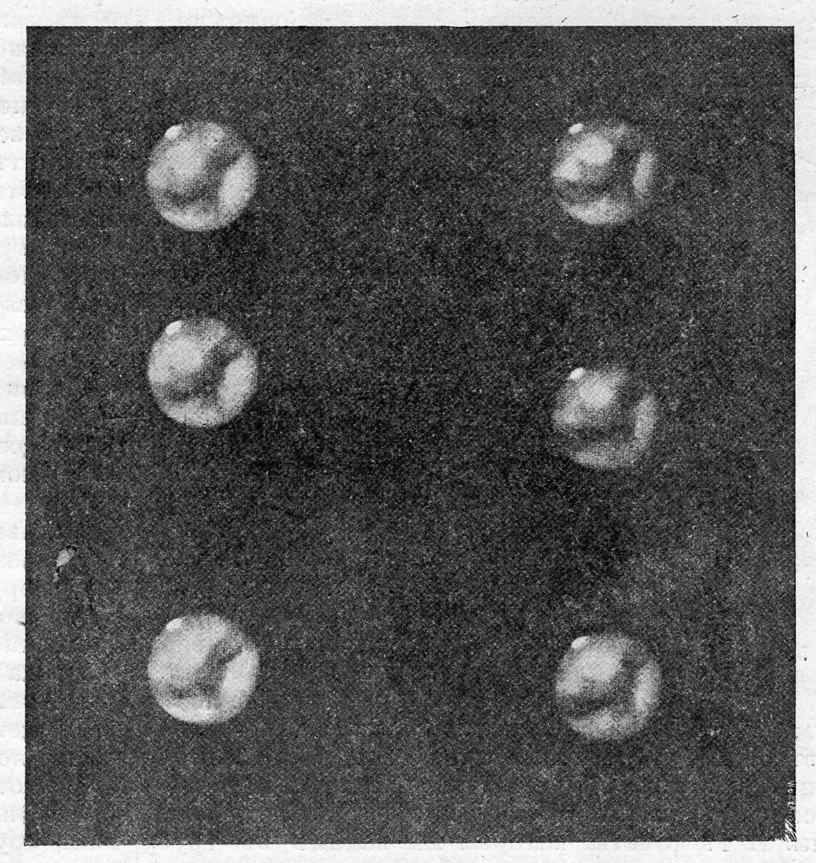


Рис. 55. Марсъ по фотографіямъ Барнарда.

Фебой и Θемидой. Рис. 57-ой передаетъ относителные размѣры нашей Луны и десятаго спутника Сатурна.

Съ каждымъ годомъ число *малыхъ планетъ* все увеличивается и увеличивается. Съ помощью фотографіи ихъ открываютъ въ настоящее время часто по нѣскольку сразу на одной пластинкѣ. Вмѣстѣ съ тѣмъ болѣе выясняются и условія ихъ распредѣленія, а также вліяніе Юпитера на ихъ движеніе. Нѣкоторые изъ открытыхъ въ послѣднее время астероидовъ оказываются чрезвычайно интересными по особенностямъ ихъ орбитъ. Такъ, напримѣръ, малая планета Эротъ движется по орбитѣ, которая отчасти лежитъ между орбитами Марса и земли. Эта планетка можетъ, такимъ образомъ, въ нѣкоторыхъ слу-

чаяхъ оказаться ближе къ землѣ, чѣмъ Марсъ; и тогда ею можно воспользоваться съ большой выгодой для опредѣленія разстоянія солнца.

Подобную орбиту имѣетъ также малая планета, открытая въ 1911 году вѣнскимъ астрономомъ Пализа и еще не получившая особаго имени, а обозначаемая пока, какъ планета 1911 года, МТ. Планета Эротъ оказалась весьма интересной также въ физическомъ отношеніи. Замѣчено, что яркость ея періодически измѣняется въ теченіе $2^1/_2$ часовъ. Трудно рѣшить, чѣмъ обусловливается колебаніе яркости этого малаго члена нашей солнечной системы. Возможно, что въ данномъ случаѣ мы имѣемъ дѣло съ сложной системой двухъ маленькихъ тѣлъ, которыя движутся вокругъ общаго центра тяжести. Въ тѣ моменты, когда эти два тѣла становятся на одной прямой съ землей, одно изъ нихъ закрываетъ другое, и мы, получая свѣтъ отъ одного тѣла, видимъ планету менѣе яркой; когда онѣ разойдутся, свѣтъ идетъ отъ обоихъ тѣлъ—и планета кажется ярче. Но возможно, что поверхность планеты неодинаково отражаетъ лучи солнца, и видимая яркость ея обусловливается тѣмъ, какая часть поверхности обращена въ данной моментъ къ землѣ.

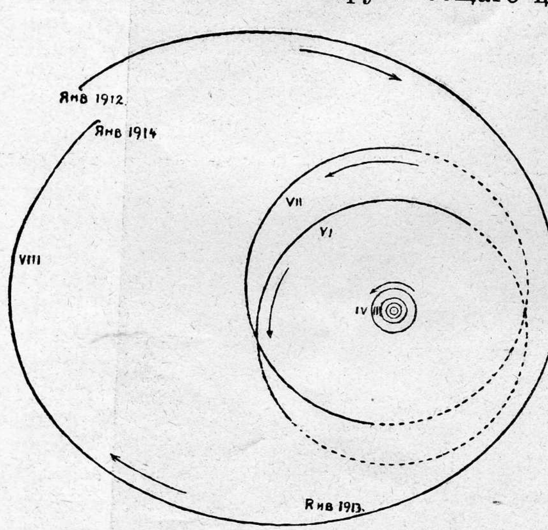


Рис. 56. Относительное расположеніе орбитъ восьми спутниковъ Юпитера.

Кометы. Еще недавно кометы дѣлились на два разряда: яркія, видимыя невооруженнымъ глазомъ, и телескопическія. Главной особенностью кометъ перваго разряда былъ болѣе или менѣе замѣтный хвостъ; что касается телескопическихъ кометъ, то онѣ представлялись въ видѣ туманности, иногда съ ядромъ въ видѣ звѣзды, но обыкновенно безъ всякаго намека на придатокъ въ видѣ хвоста. Фотографія ясно показала неосновательность такого дѣленія кометъ на двѣ группы. И тѣ кометы, которыя мы видимъ въ трубу, какъ круглую туманность, на фотографической пластинкѣ при достаточно долгой экспозиціи оказываются съ хвостомъ, часто длиннымъ и сложнымъ по своему строенію. Съ помощью фотографіи обнаружено въ кометахъ много чрезвычайно интересныхъ формъ, на которыя наблюденія глазомъ раньше давали лишь слабые намеки,—напримѣръ, волнистость въ строеніи хвоста, дѣленіе хвоста на отдѣльные лучи, прерывность его, уплотненія въ видѣ облаковъ, ихъ перемѣщенія и т. д.

Одна изъ наиболѣе интересныхъ кометъ, наблюдавшихся въ послѣднее время, была открыта астрономомъ *Морхаузомъ* въ 1908 г. Для трубы это была довольно слабая комета, но благодаря тому, что она посылала лучи, сильно дѣйствующіе на фотографическую пластинку, фотографическіе снимки обнаружили большой хвостъ и быстрыя измѣненія въ немъ, обусловливаемыя взрывами изъ ядра. На рисункѣ 58-мъ

видны облачныя массы, которыя удаляются отъ ядра съ большою скоростью.

Особенностью кометы Морхауза было также то, что въ спектрѣ ея замѣчены были линіи ядовитаго газа ціана.

Послѣ блестящей кометы 1882 года большихъ кометъ не было видно почти двадцать лѣтъ. Только въ 1901 году появилась яркая комета съ длиннымъ хвостомъ, которая наблюдалась въ южномъ полушаріи (рис. 59). Академику О. А. Бредихину мы обязаны разъясненіемъ удивительнаго строенія хвоста этой кометы. Оказывается, что наблюдавшійся хвостъ представлялъ собой собственно только поперечную полосу того хвоста, который долженъ былъ бы образоваться, если бы истеченіе матеріи изъ ядра было непрерывнымъ. Это—облако, выкинутое ядромъ апрѣля 23-го въ 6 часовъ дня, и растянувшееся въ полосу, потому что частицы, изъ которыхъ оно состояла, принадлежали различнымъ веществамъ и уносились отъ ядра различными силами.

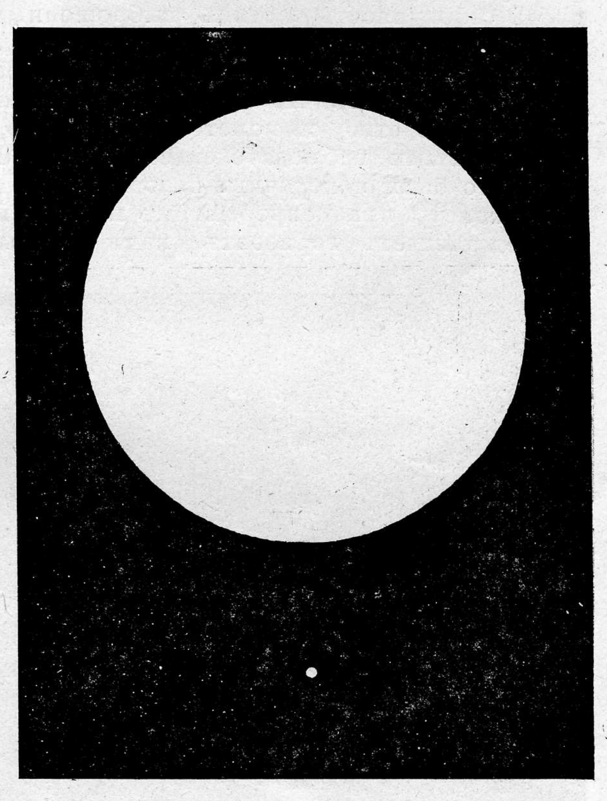


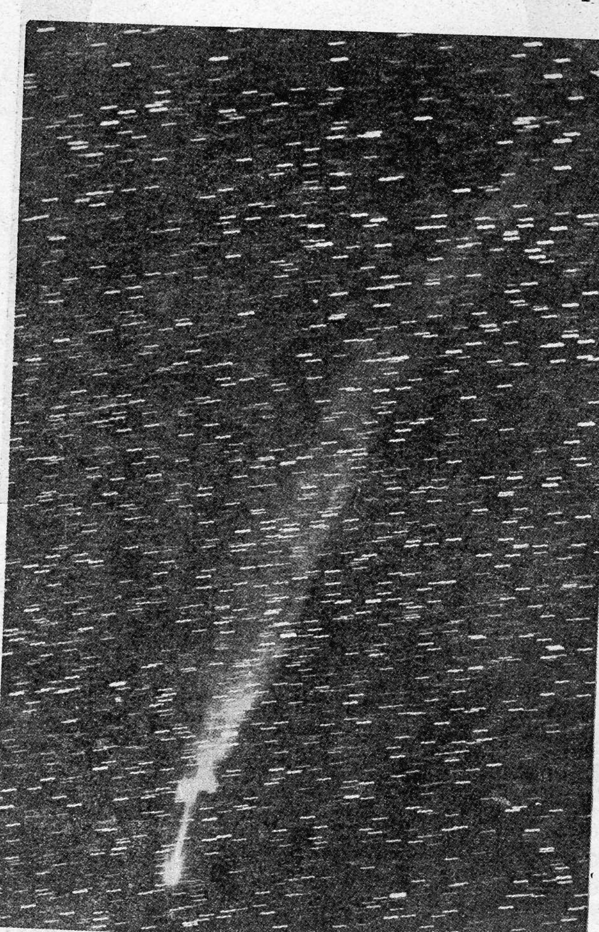
Рис. 57. Относительные размѣры луны и десятаго спутника Сатурна (Өемиды).

На рис. 60 каждая пунктирная линія, какъ, напримѣръ, a b c d e представляетъ ту кривую, по которой располагаются частицы, уходящія подъ дѣйствіемъ одной и той же силы. Кривая изъ штриховъ ϑ, α, β, γ, δ, наоборотъ, представляетъ расположеніе частицъ, уносимыхъ различными силами, но для одного и того же момента.

Слѣдующая большая комета наблюдалась въ январѣ 1910 года. Случайные наблюдатели приняли ее сначала за комету Галлея, которую въ то время съ такимъ интересомъ ждало все общество. Но она ничего общаго съ кометой Галлея не имѣла. Появилась она неожиданно, обогнула солнце на близкомъ сравнительно разстояніи и, удаляясь по своей параболической орбитѣ, опять скрылась отъ нашихъ взоровъ навсегда. По своимъ физическимъ свойствамъ, эта комета была интересна въ томъ отношеніи, что, кромѣ двухъ хвостовъ II и III Бредихинскаго типа, она имѣла еще аномальный хвостъ, направленный къ солнцу. По теоріи Бредихина, такіе аномальные хвосты должны состоять изъ болѣе тяжелыхъ частичекъ сравнительно съ

частицами, отбрасываемыми въ нормальный хвостъ. Частицы аномальнаго хвоста, постоянно расходясь, могутъ образовать потокъ падающихъ звѣздъ.

Кромѣ того, въ главномъ хвостѣ кометы 1910-а фотографія обнаружила рядъ поперечныхъ полосъ, изъ которыхъ одна была также отмѣчена и непосредственно глазомъ, какъ отдѣльная, загадочная по своему положенію, вѣтвь хвоста (рис. 61). Эти полосы представляютъ собой совокупность частицъ, выброшенныхъ ядромъ въ одинъ и тотъ же моментъ. Они свидѣтельствуютъ, что истеченіе изъ ядра происходило не равномѣрно, а вспышками черезъ извѣстные промежутки времени (рис. 62). По строенію своего хвоста комета 1910-а имѣла большое сходство съ кометой 1744 Шезо, которая 7 марта явилась предъ глазами наблюдателей съ 6 хвостами (рис. 63). Но на самомъ дѣлѣ это были поперечныя полосы одного хвоста, который образовался бы у кометы при непрерывномъ истеченіи изъ ядра. На рис. 64 линія P представляетъ горизонтъ, надъ которымъ наблюдались 6 полосъ хвоста кометы Шезо, точка A — голова опустившейся подъ горизонтомъ кометы. Контуръ BAC— теоретическій хвостъ кометы. Наблюдавшіяся шесть полосъ какъ разъ совпадаютъ съ направленіями поперечныхъ кривыхъ, по которымъ располагаются частицы, выброшенныя изъ ядра одновременно въ каждый опредѣленный моментъ.


Рис. 58. Комета Морхауза.

Возвращеніе кометы Галлея въ 1910 году представляло крупное событіе въ исторіи астрономіи. Съ нетерпѣніемъ ждало его общество, къ нему спеціально готовились астрономы, организованы были даже далекія экспедиціи для наблюденія кометы.

Предвычисленіе возвращенія было сдѣлано англійскими астрономами Коуэллемъ и Кроммелиномъ по совершенно новому, простому по идеѣ и чрезвычайно точному способу. Но несмотря на точность вычисленій— все-таки, какъ оказалось

послѣ, комета прошла въ наиболѣе близкомъ отъ солнца разстояніи почти на три дня позже, чѣмъ выходило по вычисленіямъ,—какъ будто бы кромѣ притяженія солнца и извѣстныхъ планетъ на движеніе кометы оказала вліяніе еще какая-то неизвѣстная сила. При появленіи кометы Галлея въ 1835 ее увидѣли впервые за 98 дней до момента наибольшаго приближенія къ солнцу, а при послѣднемъ возвращеніи астрономъ Вольфъ нашелъ ее съ помощью свѣтосильнаго рефлектора за 221 день, именно 11 сент. 1909 года (рис. 65).

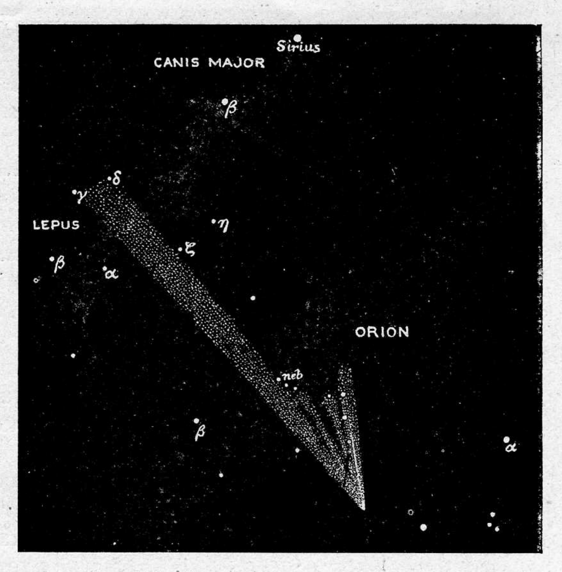


Рис. 59. Большая комета 1901 года.

Комета имѣла въ то время видъ крайне слабой звѣздочки. Постепенно, по мѣрѣ приближенія, яркость кометы возростала, но это возростаніе яркости происходило очень медленно. Въ первыхъ числахъ января 1910 года комета была еще только 9-ой величины. Между тѣмъ общество, узнавши, что комета найдена, жаждало увидѣть ее въ полномъ блескѣ съ длиннымъ хвостомъ, а потому, когда появилась блестящая комета 1910-а, ее сразу приняли за комету Галлея. Въ серединѣ марта комета Галлея скрылась совсѣмъ въ солнечныхъ лучахъ. Но когда она въ серединѣ апрѣля вышла изъ-за солнца, то уже была вполнѣ доступна невооруженному глазу. Она имѣла видъ звѣзды второй величины съ прямымъ хвостомъ желтоватаго цвѣта. Къ сожалѣнію, на нашемъ свѣтломъ сѣверномъ небѣ комету совсѣмъ не было видно. Она хорошо наблюдалась подъ широтой 50^0 и южнѣе. Особенно интересныя наблюденія сдѣланы у насъ въ Крыму, на высотахъ Земмеринга, на островѣ Тенерифѣ, куда спеціально выѣхалъ для наблюденія кометы французскій астрономъ Маскаръ, и на югѣ Африки. Видимая длина хвоста быстро возростала, что обусловливалось, главнымъ образомъ, приближеніемъ кометы къ землѣ. 16-го апрѣля н. ст. хвостъ можно было прослѣдить на $4^1/_2{}^0$, 17-го уже на 7^0, 18-го на 9^0; 4-го мая на 20^0, 11-го на 30^0, 13-го на 45^0, 16-го на 90^0—110^0, по наблюденіямъ въ Капштадтѣ даже на 145^0.

Въ соотвѣтствіе съ этимъ дѣйствительная длина хвоста въ километрахъ была приблизительно равна:

Апрѣля	22	15.000.000
Мая	1	30.000.000
„	6	45.000.000
„	11	39.000.000
„	20	30.000.000

20-го апрѣля комета была въ наименьшемъ разстояніи отъ солнца, а 18-го мая оказалась на прямой, соединяющей землю и солнце, при

чемъ хвостъ, направленный въ сторону, противоположную отъ солнца, долженъ былъ захватить землю. Случалось и раньше, что земля попадала въ хвостъ кометы, но объ этомъ узнавали послѣ, на основаніи теоретическихъ соображеній астрономовъ. Но на этотъ разъ можно было задолго впередъ разсчитать день и часъ, когда комета будетъ проектироваться на дискѣ солнца. Относительно времени погруженія земли въ хвостъ, вслѣдствіе искривленія послѣдняго, оставалась нѣкоторая неопредѣленность, но она не могла превосходить 2—3 дней. Общество съ большимъ волненіемъ ждало этого дня наибольшаго приближенія кометы къ землѣ; несмотря на увѣренія астрономовъ, что ничего особеннаго не должно случиться, многіе ждали различныхъ ужасовъ, и боялись особенно отравленія воздуха. Но ни 20-го мая, ни въ ближайшіе слѣдующіе дни никакихъ особыхъ явленій въ нашей атмосферѣ нигдѣ замѣчено не было, что подтверждало предположеніе, что хвостъ кометы можетъ состоять лишь изъ мельчайшихъ частичекъ матеріи, которыя находятся другъ отъ друга на чрезвычайно большихъ разстояніяхъ. Даже голова кометы не имѣетъ достаточнаго уплотненія, чтобы ее можно было увидѣть въ проекціи на дискѣ солнца. Несмотря на всѣ старанія астрономовъ, никому не удалось замѣтить ничего опредѣленнаго.

Рис. 60. Строеніе хвоста кометы 1901-го года по изслѣдованію Бредихина.

Разстояніе звѣздъ. Задача объ опредѣленіи разстояній звѣздъ—одна изъ труднѣйшихъ въ астрономіи. Впервые реальные результаты были получены въ тридцатыхъ годахъ XIX ст. Бесселемъ въ Кенигсбергѣ и В. Струве въ Дерптѣ. Оба эти астронома опредѣляли относительный параллаксъ (стр. 38) и оба выбрали такія звѣзды, о которыхъ можно было думать, что они наиболѣе близки къ намъ, но мотивы, которыми руководился каждый, были совершенно различны. Бессель остановился на звѣздѣ 61-ой созв. Лебедя потому, что эта двойная звѣзда имѣетъ большое собственное движеніе. В. Струве предпочелъ альфу Лиры – одну изъ наиболѣе яркихъ звѣздъ.



Рис. 61. Комета 1910-а.

Тщательными измѣреніями цѣлаго ряда астрономовъ къ концу XIX ст. удалось установить всего нѣсколько десятковъ параллаксовъ и только теперь, особенно благодаря новому фотографическому методу, число опредѣленныхъ параллаксовъ значительно увеличилось. Фотографическій методъ имѣетъ то преимущество, что измѣренія положенія изслѣдуемой звѣзды на пластинкѣ можетъ быть отмѣчено по гораздо большему числу звѣздъ, чѣмъ при наблюденіяхъ въ трубу, и измѣренія пластинокъ производятся въ болѣе удобной обстановкѣ (рис. 68). Профессоръ Каптейнъ такимъ способомъ опредѣлилъ въ 1900—1910 гг. болѣе 3600 параллаксовъ, хотя, правда, далеко еще не

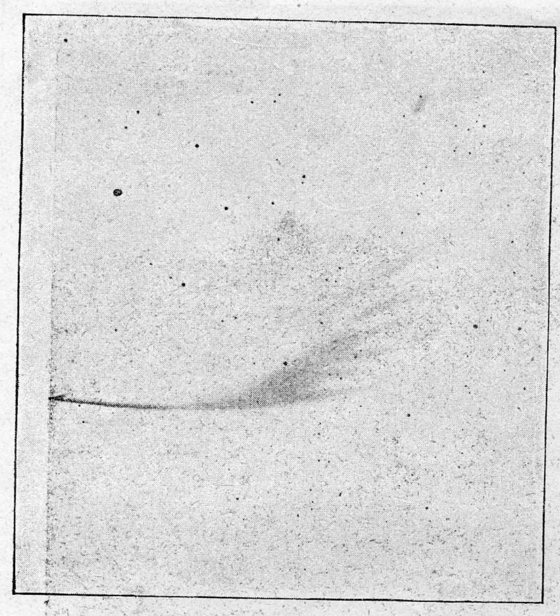


Рис. 62. Неравномѣрное истеченіе изъ ядра кометы.

всѣ числа, полученныя имъ, могутъ считаться болѣе или менѣе соотвѣтствующими. Нужна провѣрка со стороны другихъ лицъ и по возможности другими способами.

Спеціально опредѣленіемъ параллаксовъ звѣздъ фотографическимъ способомъ занимается астрономъ Костинскій въ Пулковѣ. Для той же задачи предназначается громадный фотографическій рефракторъ въ новомъ отдѣленіи Пулковской обсерваторіи въ Николаевѣ.

Большая точность, съ какою можно производить измѣренія смѣщеній звѣздъ съ помощью стереокомпаратора (стр. 35), внушила астроному Костинскому мысль испробовать для опредѣленія параллаксовъ звѣздъ также стереоскопическій методъ. Въ 1911 году онъ опредѣлилъ такимъ путемъ параллаксъ звѣзды 61-ой Лебедя и получилъ результатъ, вполнѣ согласный съ тѣми, которые получены при помощи другихъ методовъ.

Въ настоящее время можно считать вполнѣ вѣроятными до 400 параллаксовъ. Въ слѣдующей таблицѣ сопоставлены параллаксы наиболѣе яркихъ звѣздъ и соотвѣтствующія разстоянія въ свѣтовыхъ годахъ съ собственными движеніями.

Звѣзда.	Велич.	Параллаксъ.	Разстояніе.	Собств. движ.
альфа Центавра . .	1	0,75	4,3 года	3,7 сек.
альфа Б. Пса . . .	1	0,37	8	1,3 „
альфа М. Пса . . .	1	0,33	10	1,2 „
61 Лебедя	5	0,30	11	5,2 „
альфа Орла	1	0,23	14	0,7 „
дзета Геркулеса . .	3	0,17	19	0,7 „
альфа Тельца . . .	1	0,11	30	0,2 „
альфа Возничаго .	1	0,08	41	0,4 „
альфа Лиры	1	0,08	41	0,4 „
альфа Волопаса . .	1	0,066	50	2,3 „
бэта Близнецовъ .	1	0,06	55	0,5 „
альфа Оріона . . .	1	0,02	165	0,1 „
альфа Льва	1	0,02	165	0,1 „
альфа Лебедя . . .	1	0,00		0,0 „

Весьма замѣчательно, что наиболѣе яркія звѣзды далеко не всегда наиболѣе близки къ намъ. Такимъ образомъ, то предположеніе, что звѣзды по яркости всѣ одинаковы и что онѣ кажутся слабѣе или

ярче, въ зависимости отъ того, на какомъ разстоянiи находятся, въ отдѣльныхъ случаяхъ не оправдывается. Многiя звѣзды, повидимому, больше и ярче, чѣмъ наше солнце. На томъ разстоянiи, на какомъ находится отъ насъ солнце, звѣзда

бэта Центавра	казалась	бы	намъ	въ	500	разъ	ярче	солнца,
альфа Льва	„	„	„	„	400	„	„	„
альфа Возничаго	„	„	„	„	300	„	„	„
альфа Волопаса	„	„	„	„	230	„	„	„
альфа Лиры	„	„	„	„	160	„	„	„
альфа Тельца	„	„	„	„	112	„	„	„
Полярная	„	„	„	„	102	„	„	„
Сирiусъ	„	„	„	„	48	„	„	„
альфа Центавра	„	„	„	„	2	„	„	„

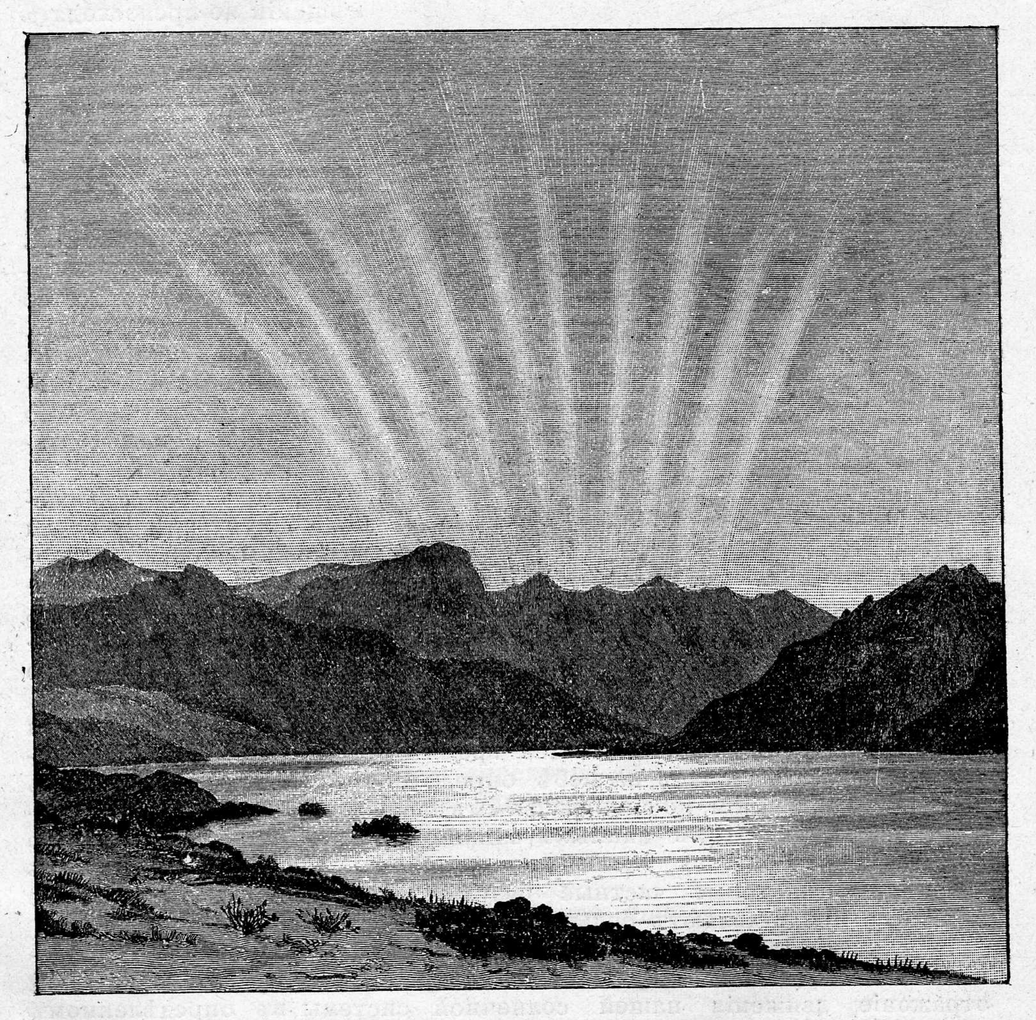


Рис. 63. Комета 1744-го года съ пятью хвостами.

Наоборотъ, если бы наше солнце находилось бы отъ насъ на такомъ же разстояніи, какъ Капелла (альфа Возничаго), оно казалось бы намъ звѣздой 6-ой величины. Тѣмъ не менѣе въ общемъ все-таки нужно признать, что болѣе слабыя звѣзды дальше отъ насъ, чѣмъ яркія звѣзды. Поэтому можно на основаніи тѣхъ параллаксовъ, которые опредѣлены въ настоящее время, разсчитывать среднее разстояніе для звѣздъ каждаго класса, и мы приходимъ къ заключенію, что разстоянія тѣхъ слабыхъ звѣздъ, которыя видимы въ современныя гигантскія трубы и на фотографической пластинкѣ при большой экспозиціи поразительно велики. Свѣтъ отъ нихъ идетъ цѣлыя тысячи лѣтъ.

Собственныя движенія звѣздъ. Сравнивая положенія звѣздъ для различныхъ эпохъ, можно замѣтить для нѣкоторыхъ изъ нихъ опредѣленное перемѣщеніе на небѣ въ какомъ-либо направленіи. Самыя большія изъ этихъ перемѣщеній не превосходятъ семи дуговыхъ секундъ въ годъ, для большинства же звѣздъ они составляютъ лишь малыя части секунды. Чтобы выразить эти перемѣщенія въ линейныхъ мѣрахъ нужно знать разстоянія звѣздъ отъ насъ, а чтобы получить истинное движеніе звѣзды въ пространствѣ, надо знать еще другую слагающую этого движенія—именно, движеніе по лучу зрѣнія, какъ объясняетъ рис. 66-й.

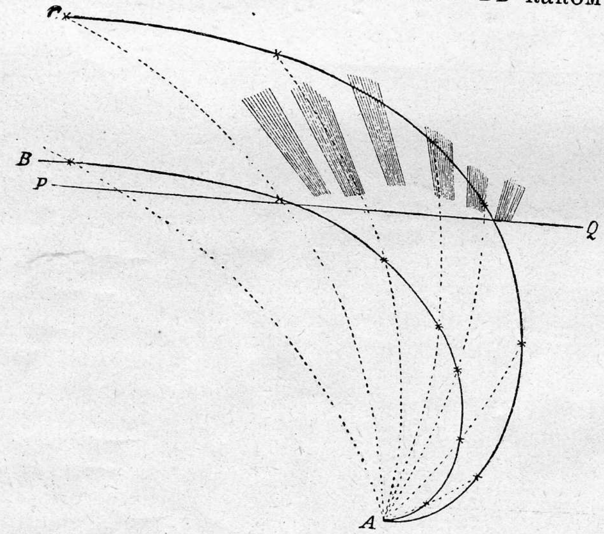


Рис. 64. Строеніе хвоста кометы Шезо по изслѣдованію Бредихина.

Изслѣдованія движеній по лучу зрѣнія стали возможны только за послѣднее время, съ примѣненіемъ принципа Допплера-Физо. Какъ оказалось, скорости этихъ движеній того же порядка, какъ и скорость движенія земли около солнца. Онѣ измѣряются десятками километровъ въ секунду и только въ рѣдкихъ случаяхъ бываютъ болѣе 100 клм. Если выразить поперечныя дуговыя смѣщенія тѣхъ звѣздъ, разстоянія которыхъ извѣстны въ линейныхъ мѣрахъ, то получаются скорости подобныя. Въ настоящее время съ помощью точныхъ измѣреній положеній звѣздъ на небѣ опредѣлено до 20.000 поперечныхъ дуговыхъ смѣщеній и, по спектральнымъ наблюденіямъ, около 1.500 лучевыхъ скоростей. Этихъ данныхъ слишкомъ мало, чтобы можно было надѣяться разобраться вполнѣ въ сложномъ вопросѣ о движеніяхъ звѣздъ, но нѣкоторые частные результаты уже получены и многіе изъ нихъ представляютъ большой интересъ.

Движеніе солнечной системы въ пространствѣ. Собственныя движенія звѣздъ отчасти могутъ быть кажущимися, представляя собой отраженіе движенія нашей солнечной системы въ опредѣленномъ направленіи. В. Гершель еще въ началѣ XIX столѣтія указалъ точку

въ созвѣздіи Геркулеса, къ которой видимо несется солнце со всѣми его планетами—такъ называемый *апексъ* движенія солнечной системы. Положеніе этой точки опредѣляется прямымъ восхожденіемъ $A = 246^0$ и склоненіемъ $D = +40^1/_2{}^0$.

Рядъ астрономовъ старались съ новыми данными опредѣлить положеніе апекса на небѣ возможно точнѣе. Наиболѣе вѣроятными значеніями A и D въ концѣ XIX столѣтія считались:

$A = 280^0$, $D = +35^0$.

Новѣйшія изслѣдованія, основанныя на особенно тщательной обработкѣ большого матеріала, даютъ:

$A = 271^0$, $D = +34^0$.

Эта точка лежитъ почти какъ разъ на границѣ созвѣздій Лиры и Геркулеса.

Движеніе солнечной системы должно обнаружиться и на лучевыхъ скоростяхъ, но въ данномъ случаѣ обратно тому, что имѣетъ мѣсто для дуговыхъ поперечныхъ смѣщеній. Измѣненіе скорости по лучу зрѣнія будетъ больше для тѣхъ звѣздъ, по направленію къ которымъ несется солнце, а также противоположныхъ имъ на сферѣ небесной, а всего меньше для тѣхъ, которыя находятся вблизи круга, перпендикулярнаго направленію движенія.

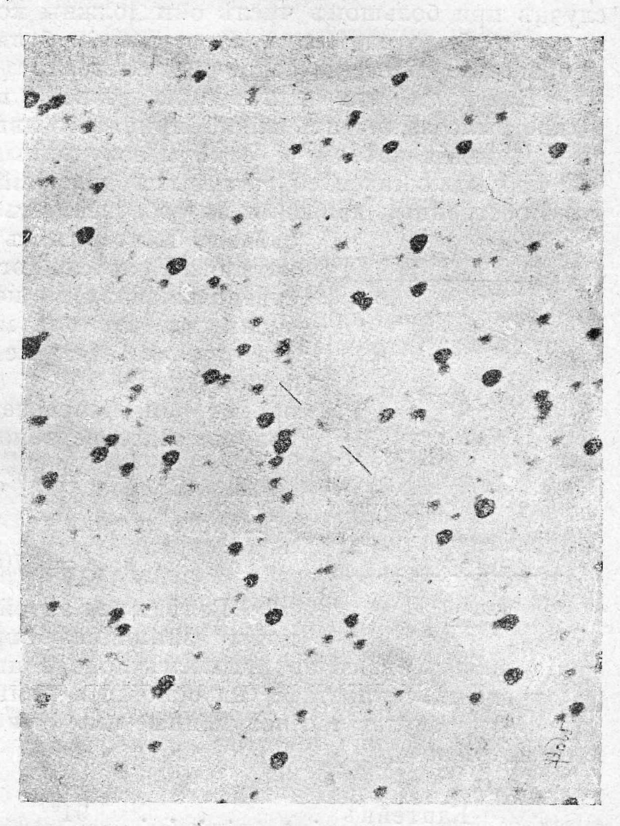


Рис. 65. Комета Галлея въ моментъ открытія 11-го сент. 1909 г.

Этотъ новый спектроскопическій способъ даетъ также возможность точнѣе опредѣлить скорость движенія. Уже первыя изслѣдованія такого рода подтвердили общія заключенія о движеніи солнечной системы. Въ послѣднее время директоръ обсерваторіи Лика Кемпбель по 1193 лучевымъ скоростямъ нашелъ для апекса:

$$A = 268^0, \ D = +25^0$$

и скорость 19,5 километра въ секунду.

А астрономы обсерваторіи на Мысѣ Доброй Надежды, Хальмъ и Хофъ, по наблюденіямъ 165 звѣздъ южнаго полушарія, получили:

$$A = 268^0, \ D = +35^0$$

и скорость 21 километръ въ секунду.

Общія движенія звѣздъ. Если часть собственнаго движенія звѣзды представляетъ отраженіе движенія солнечной системы, то другая часть есть собственное движеніе ея въ собственномъ смыслѣ слова. Такъ какъ эти собственныя движенія вообще очень малы, то трудно было подмѣтить въ нихъ что-либо общее, и потому при изслѣдованіи движенія солнечной системы, ихъ разсматривали какъ случайныя ошибки, равно вѣроятныя въ одномъ и другомъ направленіи. Въ такомъ случаѣ при большомъ числѣ они должны компенсироваться, а потому и можно было надѣяться на основаніи большого матеріала выяснить направленіе движенія солнечной системы.

Но когда эта задача была рѣшена въ первомъ приближеніи, можно было вычислить вліяніе принятаго движенія солнечной системы на положенія звѣздъ и отнять полученныя такимъ образомъ числа изъ наблюдающихся собственныхъ движеній звѣздъ, чтобы получить ихъ собственныя движенія въ собственномъ смыслѣ. Такое вычисленіе сдѣлалъ Каптейнъ въ 1904 г. для 2.400 звѣздъ каталога Брадлея. Тогда обнаружилось, что собственныя движенія не могутъ считаться независимыми, что они могутъ быть соединены въ два потока, которые діаметрально противоположны другъ другу. Каптейнъ назвалъ точку, къ которой направлены потоки, *вертексомъ* и получилъ для вертекса перваго потока

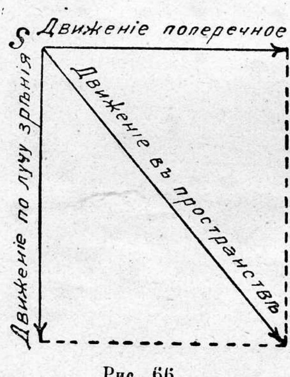


Рис. 66.

$$A = 90^0,\ D = +13^0,$$

а второго потока

$$A = 270^0,\ D = -13^8.$$

Вслѣдъ за Каптейномъ многіе другіе астрономы занимались опредѣленіями вертекса движенія звѣздъ, какъ по дуговымъ поперечнымъ смѣщеніямъ, такъ и по лучевымъ скоростямъ, на основаніи принца Допплера-Физо.

Вотъ результаты, полученные ими для координатъ вертекса перваго потока:

	A.	*D.*
Каптейнъ	91°	+ 13°
Эдингтонъ	95	+ 3
	109	+ 6
	94	+ 12
Дайсонъ	88	+ 24
Хофъ и Хальмъ	90	+ 8
Шварцшильдъ	93	+ 6
Рудольфъ	96	+ 7
Бѣлявскій	86	+ 24
Среднее . .	93,6°	+ 11,4°

Кромѣ того, замѣчены отдѣльные болѣе мелкіе потоки. Такъ, звѣзды: бэта, гамма, дельта, эпсилонъ и дзета въ созвѣздіи Бол. Медвѣдицы имѣютъ одинаковое движеніе какъ по лучу зрѣнія, такъ и поперечныя, т. е. эти звѣзды движутся въ пространствѣ въ одномъ

направленіи и съ одинаковой скоростью, именно 19 километровъ въ секунду. Но что особенно удивительно, такъ это то, что въ томъ же направленіи и съ тою же скоростью движутся звѣзды: Сиріусъ, бэта Возничаго и 1830-я каталога Грумбриджа. Можно было опредѣлить и точку на сферѣ небесной, которая опредѣляетъ направленіе движенія этихъ звѣздъ. Она лежитъ въ южномъ созвѣздіи Микроскопа и опредѣляется числами:

$$A = 309^0,\ D = -42^0.$$

Среднее разстояніе этихъ звѣздъ равно 7 свѣтовымъ годамъ.

Другая подобная группа звѣздъ находится въ созвѣздіи Тельца. Въ нее входитъ 41 звѣзда, въ томъ числѣ Гіады. Среднее поперечное смѣщеніе за годъ составляетъ для этихъ звѣздъ 0,11 дуговой секунды, средняя лучевая скорость—46 километровъ въ секунду, среднее разстояніе—130 свѣтовыхъ лѣтъ.

Оказывается, что и звѣзды скопленія Плеядъ имѣютъ общее движеніе.

Большое значеніе въ изслѣдованіи собственныхъ движеній звѣздъ имѣетъ стереоскопическій методъ. Г. Костинскій въ Пулковѣ показалъ, что этотъ методъ въ 10 разъ точнѣе меридіанныхъ наблюденій, которыя требуютъ, къ тому же, гораздо больше времени и труда. Съ помощью стереоскопическаго метода г. Костинскому удалось установить общее движеніе группы звѣздъ въ окрестности извѣстнаго каждому любителю астрономіи скопленія въ созв. Персея.

Температура звѣздъ. Даже въ большія трубы звѣзды представляются намъ въ видѣ точекъ безъ всякаго намека на какой либо діаметръ диска. Разглядѣть на нихъ глазомъ ничего нельзя. Только изслѣдованія яркости и спектра звѣздъ даютъ намъ возможность судить о природѣ ихъ. Фотометрическія и спектральныя наблюденія показали, что звѣзды—такія же самосвѣтящіяся, накаленныя тѣла, какъ наше солнце, что нѣкоторыя изъ нихъ несомнѣнно больше по своимъ размѣрамъ, чѣмъ солнце, что такъ же, какъ оно, звѣзды окружены атмосферой, которая поглощаетъ тѣ или другія лучи, что цвѣтъ ихъ находится въ соотвѣтствіи со спектромъ. Наиболѣе накаленныя бѣлыя звѣзды окружены атмосферой, въ которой происходитъ слабое поглощеніе; въ спектрѣ ихъ наблюдаются лишь водородныя темныя линіи.

Желтыя звѣзды, къ которымъ слѣдуетъ отнести и наше солнце, имѣютъ болѣе плотную атмосферу, въ которой плаваютъ пары металловъ, дающихъ въ спектрѣ очень много линій поглощенія.

Атмосфера красныхъ звѣздъ еще болѣе плотна—въ ихъ спектрѣ, кромѣ большого числа линій, есть также широкія полосы поглощенія.

Но только въ самое послѣднее время явилась возможность характеризовать степень накаливанія звѣздъ опредѣленными числами. Это можно сдѣлать, измѣряя съ возможной точностью длину волны наиболѣе интенсивной части спектра звѣздъ совершенно такъ же, какъ это дѣлается для опредѣленія температуры солнца по второму методу (стр. 44).

Въ 1902 году венгерскій астрономъ баронъ Гаркани, воспользовавшись спектрально-фотометрическими измѣреніями проф. Фогеля, далъ, какъ первое приближеніе, предѣлы высшей и низшей температуры слѣдующихъ яркихъ звѣздъ и солнца:

Звѣзды.	Температура. Высшій предѣлъ.	Низшій предѣлъ.
Сиріусъ	6400 град.	5700 град.
Вега	6400 „	5700 „
Арктуръ	2700 „	2450 „
Альдебаранъ. . . .	2850 „	2550 „
Битейгейзе	3150 „	2800 „
Солнце	5450 „	4850 „

Въ 1905 году потсдамскіе астрономы Вильсингъ и Шейнеръ предприняли спеціальное тщательное изслѣдованіе съ цѣлью опредѣленія температуры 109 изъ наиболѣе яркихъ звѣздъ. Результаты, полученные ими, были опубликованы въ 1909 году. Оказалось, что эффективная температура изслѣдуемыхъ звѣздъ, т. е. температуры, вычисленныя въ предположеніи, что звѣзды такъ же излучаютъ энергію, какъ абсолютно-темныя тѣла, находятся въ предѣлахъ 2800° — 12800°, причемъ для звѣздъ различныхъ спектральныхъ типовъ температура измѣняется слѣдующимъ образомъ:

Спектральный типъ.	Температура.
Ia	7100 град.—11500 град.
Ib	7100 „ —12800 „
II	4000 „ — 6100 „
III	2800 „ — 4000 „

Для отдѣльныхъ, наиболѣе извѣстныхъ звѣздъ, найдены числа:

Звѣзды.	Величина.	Температура.
γ Оріона	3,7	12800°
α Пегаса	3,2	11500°
α Дельфина	4,1	10700°
α Сѣв. Короны. . .	2,6	9600°
α Льва (Регулъ) . .	1,7	9400°
γ Лиры	3,6	8600°
α Андромеды . . .	2,4	8000°
Сердце Кор. Карла	3,1	7800°
α Орла (Альтаиръ).	1,1	7100°
β Дѣвы	3,9	6100°
β Близнецовъ (Поллуксъ)	1,5	4400°
Арктуръ	0,2	3500°
Бетейгейзе	перем.	2900°

Соотвѣтствующія опредѣленія для температуры солнца дали число 5100°. Такимъ образомъ, многія звѣзды имѣютъ температуру значительно выше, чѣмъ наше солнце, другія, наоборотъ, гораздо холоднѣе его. Числа, приведенныя выше, вполнѣ соотвѣтствуютъ характеру спектра и цвѣта звѣздъ. Наше солнце представляетъ собою желтую звѣзду и по спектру относится ко второму типу. Звѣзда этого типа имѣетъ температуру 4000°—6000°.

Нѣсколько высшія температуры получилъ французскій астрономъ Норманъ. Онъ употребилъ для этого нѣсколько другой методъ. Именно, допуская, что температура является главнымъ факторомъ, обусловливающимъ цвѣтъ звѣзды, онъ опредѣлялъ яркость звѣздъ въ различныхъ лучахъ съ помощью фотометра, въ которомъ вставлялись цвѣтные фильтры, а параллельно съ этимъ, съ тѣмъ же фотометромъ и съ такими же фильтрами, наблюдалъ искусственную звѣзду, получая для нея лучи отъ различныхъ источниковъ съ высокими температурами.

Та зависимость, которая при этомъ была установлена между измѣненіемъ яркости въ различныхъ лучахъ и температурой, дала

возможность судить, съ нѣкоторымъ приближеніемъ, и о болѣе высокихъ температурахъ звѣздъ и солнца. Эффективную температуру солнца Норманъ опредѣлилъ въ 5990° С, для звѣзды *ро* Персея, принадлежащей къ третьему типу, онъ даетъ 2870°, для Полярной (второго типа)—8200°, для Альголя (перваго типа)—13300°, а для *ламбды* Тельца даже 40000°.

Весьма цѣнное изслѣдованіе относительно звѣздныхъ температуръ произвелъ пулковскій астрономъ Тиховъ. Онъ измѣрялъ фотографическую яркость въ различныхъ лучахъ 252 звѣздъ въ скопленіи Плеядъ и на основаніи тщательной обработки наблюденій сдѣлалъ весьма интересныя заключенія, какъ относительно температуры отдѣльныхъ звѣздъ, такъ и относительно соотвѣтствія температуры со спектральнымъ типомъ звѣздъ.

Самая красная звѣзда въ скопленіи Плеядъ, по его опредѣленію, имѣетъ температуру 2800°, наиболѣе голубая—17700°.

Измѣненіе цвѣта въ зависимости отъ спектральнаго класса вполнѣ хорошо объясняется температурой звѣздъ въ предѣлахъ всѣхъ подраздѣленій перваго и отчасти второго спектральныхъ типовъ, но ниже уже замѣтно уклоненіе отъ формулы Планка, положенной въ основу изслѣдованія о звѣздныхъ температурахъ. Это можетъ происходить оттого, что всѣ бѣлыя звѣзды Плеядъ мало отличаются другъ отъ друга своими атмосферами и, образуя одну систему, находятся, приблизительно, на одинаковомъ отъ насъ разстояніи. Наоборотъ, для желтыхъ звѣздъ можетъ быть замѣтно вліяніе разности въ составѣ ихъ температуръ. Къ тому же, не всѣ онѣ, какъ можно судить по ихъ собственному движенію, физически связаны съ главными звѣздами Плеядъ и могутъ находиться на различныхъ отъ насъ разстояніяхъ, а въ такомъ случаѣ, въ относительномъ ихъ цвѣтѣ можетъ сказаться поглощеніе свѣта въ пространствѣ—различное для разныхъ лучей.

Вопросъ о температурѣ звѣздъ, такимъ образомъ, находится въ связи съ цѣлымъ рядомъ другихъ интересныхъ, но въ высшей степени сложныхъ вопросовъ, которые въ настоящее время пока только намѣчаются.

Распредѣленіе звѣздъ въ пространствѣ. Чрезвычайно интересные результаты дали различныя статистическія изслѣдованія и сопоставленія. Такъ, напримѣръ, выяснилось, что звѣзды второго спектральнаго типа, въ общемъ, *ближе* къ намъ, чѣмъ звѣзды перваго типа. Наше солнце—тоже звѣзда второго спектральнаго типа. Такимъ образомъ, оно какъ будто бы, дѣйствительно, находится въ группѣ звѣздъ, близкихъ къ нему по стадіи своего химическаго развитія.

Въ слѣдующей таблицѣ мы имѣемъ сопоставленіе спектральнаго типа звѣздъ съ соотвѣтствующими средними *скоростями* по лучу зрѣнія и поперечными.

Спектральный типъ.		Средняя лучевая скорость въ секунду.	Средняя поперечная скорость въ 100 лѣтъ.
I классъ	*B*	6,5 клм.	2,40 мин.
	A	11,0 „	4,56 „
II классъ	*F*	14,4 „	7,71 „
	G	15,0 „	5,24 „
	K	16,8 „	5,74 „
III классъ	*M*	17,1 „	4,90 „

*

Здѣсь интересны три обстоятельства:

1) Лучевыя скорости постепенно увеличиваются отъ I-го класса къ III-му.

2) Звѣзды типа В рѣзко отличаются отъ другихъ своими малыми скоростями, какъ поперечными, такъ и по лучу зрѣнія.

3) Поперечныя скорости оказываются наибольшія для звѣздъ типа F. Возможно, что это обусловливается какъ разъ тѣмъ, что эти звѣзды наиболѣе близки къ намъ.

Были попытки выяснить, какъ распредѣлены различныя по своей природѣ звѣзды *относительно Млечнаго Пути*, въ какомъ отношеніи къ нему находятся ихъ собственныя движенія. При этомъ обнаружилось, что звѣзды бѣлыя, наиболѣе горячія, температура которыхъ около 10000° C, наиболѣе простыя въ химическомъ отношеніи, расположены, главнымъ образомъ, въ Млечномъ Пути или близко къ нему, причемъ онѣ не обнаруживаютъ большого смѣщенія.

Наоборотъ, звѣзды желтыя, менѣе горячія, съ температурой 5000° — 6000° C, съ болѣе сложной атмосферой, подобныя нашему солнцу, близки къ намъ и обладаютъ сравнительно большими скоростями.

Звѣзды движутся, вообще, въ различныхъ направленіяхъ, но большинство (и въ томъ числѣ наше солнце) участвуетъ въ томъ или другомъ изъ двухъ противоположныхъ потоковъ, которые направлены почти параллельно плоскости Млечнаго Пути, вблизи центра котораго находится наша солнечная система.

Въ темную ясную ночь нетрудно замѣтить клочковатое, какъ бы *облачное строеніе Млечнаго Пути*. Особенно рѣзко оно выступаетъ на черномъ южномъ небѣ.

Детальнаго изслѣдованія о строеніи Млечнаго Пути вслѣдствіе огромнаго числа слабыхъ звѣздъ, изъ которыхъ онъ состоитъ, до сихъ поръ еще не сдѣлано. Но *статистическіе подсчеты* звѣздъ болѣе яркихъ обнаруживаютъ, вообще, существованіе „звѣздныхъ облаковъ“, причудливо сцѣпляющихся другъ съ другомъ.

Наиболѣе полное изслѣдованіе о распредѣленіи звѣздъ произвелъ бывшій ташкентскій астрономъ Стратоновъ. Въ 1900 году онъ опубликовалъ большую работу, главные выводы которой заключаются въ слѣдующемъ:

Во всѣхъ отъ насъ направленіяхъ въ предѣлахъ пространства, очерчиваемыхъ радіусомъ, равнымъ среднему разстоянію звѣздъ 9—10 величины, звѣзды разбросаны не случайно, а съ явнымъ сгущеніемъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ. Размѣры этихъ сгущеній иногда очень значительны. Во всѣ стороны отъ нихъ плотность уменьшается съ большей или меньшей правильностью.

По внѣшнему виду эти сгущенія должны быть похожи на наши облака, только, вмѣсто частичекъ пара, здѣсь огромные міры—отдѣльныя звѣзды.

„Облака“ звѣздъ расположены такимъ образомъ, что ихъ центры близки къ средней плоскости Млечнаго Пути, только нѣкоторыя удалены къ сѣверу или югу. Размѣры облаковъ очень различны. Иногда облака соприкасаются, иногда отдѣлены сравнительно пустыми промежутками.

Наша солнечная система входитъ въ составъ одного большого облака, которое распространяется на югъ не далѣе, какъ на среднее

разстояніе звѣздъ 6-й величины, главнымъ же образомъ располагается къ сѣверу, имѣя осью направленіе къ созвѣздію Лебедя. Оно простирается въ этомъ направленіи дальше, чѣмъ на среднее разстояніе звѣздъ 10-й величины. Такимъ образомъ, мы находимся не въ центрѣ этого облака, а нѣсколько ближе къ его южному краю. Въ сѣверномъ небѣ, сливаясь съ главнымъ облакомъ, можно выдѣлить одно небольшое облако, которое начинается на среднемъ разстояніи звѣздъ $6^1/_2-7$ величины. На такомъ же разстояніи отъ солнца начинаются два небольшихъ облака на южномъ небѣ. Это ближайшіе сосѣди во вселенной для нашего главнаго облака. Затѣмъ видны въ другихъ мѣстахъ два большихъ облака, начинающіяся отъ средняго разстоянія звѣздъ $7^1/_2-8$ величины. Одно изъ нихъ расположено частью въ сѣверномъ небѣ, другое цѣликомъ—въ южномъ полушаріи. Еще дальше, начиная отъ средняго разстоянія звѣздъ 8-й величины, видны три облака въ южномъ полушаріи, которыя простираются до предѣловъ распредѣленія звѣздъ 10-й величины.

Когда будетъ закончена фотографическая карта неба, которая должна заключать всѣ звѣзды до 13-й величины, числомъ приблизительно 40000000, тогда мы будемъ имѣть богатый матеріалъ для точнаго изслѣдованія распредѣленія болѣе слабыхъ звѣздъ.

Тогда, вѣроятно, выяснится и загадочное раздвоеніе Млечнаго Пути и всѣ его неправильности, извилины, разрывы и пустоты— „угольные мѣшки", по выраженію Гершеля. Повидимому, это прогалины между звѣздными облаками.

Эти статистическія изслѣдованія о распредѣленіи звѣздъ въ пространствѣ даютъ общую идею объ образованіи вселенной. Если она образовалась изъ одной первичной хаотической матеріи дробленіемъ на милліарды клочковъ, изъ которыхъ каждый путемъ уплотненія далъ начало звѣздному міру, то это дробленіе произошло не сразу, а въ нѣсколько пріемовъ. Сначала общая масса разбилась на болѣе крупные клочья, а потомъ уже эти клочья дѣлились на болѣе мелкія части, изъ которыхъ образовались отдѣльныя звѣзды съ системами планетъ и спутниковъ.

Астрономія невидимаго. Весьма многое изъ того, что знаетъ астрономія, мы не можемъ наблюдать ни въ какія трубы. Мы не можемъ, напримѣръ, прослѣдить непосредственно движеніе кометы въ большемъ удаленіи ея отъ солнца, не можемъ наблюдать вліянія на ея движенія большей планеты, къ которой она подходитъ сравнительно близко и т. п., все это мы усчитываемъ и только по результатамъ вычисленія, которые оправдываются при новомъ возвращеніи кометы, рисуемъ въ своемъ воображеніи картину взаимодѣйствія небесныхъ тѣлъ другъ на друга. Точно также и во многихъ другихъ случаяхъ мы созерцаемъ картину только мысленнымъ взоромъ, непосредственно наблюдая явленія, которыя даютъ лишь основанія для ея построенія. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ невидимое, то, что предполагалось, на что указывала теорія, становится видимымъ вслѣдствіе счастливаго открытія или усовершенствованія наблюдательныхъ средствъ, какъ, напримѣръ, открытіе Нептуна или спутника Сиріуса. Но есть и такія небесныя тѣла, о существованіи которыхъ мы знаемъ достовѣрно и движеніе которыхъ можемъ изслѣдовать на основаніи опредѣленныхъ наблюденій, но которыхъ увидѣть непосредственно едва ли когда-либо

удастся. Это именно, такъ называемыя спектрально-двойныя звѣзды. Два солнца составляютъ такую тѣсную систему, что для нашихъ взоровъ сливаются совершенно въ одну звѣзду и нѣтъ такой трубы, которая можетъ показать ихъ намъ отдѣльно. А между тѣмъ мы знаемъ о существованіи каждаго изъ этихъ небесныхъ тѣлъ отдѣльно, можемъ нарисовать орбиту, по которой одно тѣло движется около другого, знаемъ время обращенія, иногда можемъ указать истинные размѣры орбиты и самихъ небесныхъ тѣлъ въ линейныхъ мѣрахъ, вычислить массы и сравнить ихъ съ массой нашего солнца. Главныя данныя для этого даетъ намъ спектроскопъ или лучше спектрографъ, такъ какъ изученіе звѣздныхъ спектровъ въ настоящее время производится съ помощью фотографіи (стр. 27).

Въ 1887 г. директоръ обсерваторіи Гарвардскаго колледжа Пикерингъ замѣтилъ, что въ спектрѣ Мицара—той самой звѣзды въ хвостѣ Большой Медвѣдицы, рядомъ съ которой видна еще слабенькая звѣздочка Алькоръ, фраунгоферова линія *K* по временамъ является двойной. Онъ поручилъ разслѣдовать это удивительное явленіе одной изъ дѣятельныхъ работницъ Гарвардской обсерваторіи—миссъ Мори, которая по снимкамъ спектра и установила, что двоеніе линіи повторяется періодически, при чемъ наибольшія расхожденія слѣдуютъ одно за другимъ черезъ 52 дня.

Еще яснѣе подобное явленіе обнаружилось въ спектрѣ звѣзды бэты Возничаго. Въ этомъ случаѣ только періодъ двоенія оказался гораздо меньше—всего два дня (рис. 67).

Несомнѣнно, что Мицаръ и бета Возничаго не простыя звѣзды, а сложныя физическія системы, въ которыхъ обѣ составляющія ярки и имѣютъ спектры одного характера. Вслѣдствіе близости небесныхъ тѣлъ, составляющихъ систему, спектры ихъ совершенно налегаютъ одинъ на другой и сливаются. Но звѣзды въ такой системѣ не могутъ находиться въ покоѣ. Онѣ кружатъ около общаго центра тяжести, причемъ въ то время, когда одна идетъ по направленію къ намъ, другая удаляется отъ насъ и наоборотъ. А въ такомъ случаѣ въ спектрѣ ихъ должно наблюдаться смѣщеніе линій и непремѣнно въ противоположныя стороны. По принципу Допплера-Физо (стр. 26) въ спектрѣ того небеснаго тѣла, которое приближается къ намъ, линіи будутъ смѣщены къ фіолетовому краю, а въ томъ, которое удаляется отъ насъ—къ красному концу. Когда небесныя тѣла, составляющія систему, обойдутъ половину своихъ орбитъ, они будутъ двигаться по отношеніи къ намъ въ направленіяхъ, обратныхъ прежнимъ. Первое будетъ удаляться, и линіи въ его спектрѣ окажутся смѣщенными къ красному концу, второе будетъ, наоборотъ, приближаться, и линіи въ его спектрѣ перемѣстятся въ сторону фіолетоваго края. Такимъ образомъ, въ оба эти момента линіи въ спектрѣ звѣзды, которую въ трубу мы видимъ простою, нераздѣляющеюся на двѣ, окажутся двойными. Но въ серединѣ между этими моментами, когда небесныя тѣла, составляющія систему, идутъ перпендикулярно къ лучу зрѣнія, ни одно изъ нихъ не будетъ ни приближаться, ни удаляться отъ насъ, не будетъ поэтому смѣщеній линій въ ихъ спектрахъ, не будетъ наблюдаться никакого двоенія.

Такимъ образомъ, спектроскопъ, обнаруживая сложное строеніе системы, которая въ трубу представляется намъ въ видѣ одной звѣзды,

какъ бы расширяетъ предѣлы нашего зрѣнія. Съ его помощью мы можемъ теперь изслѣдовать то, что было бы доступно нашему глазу при наблюденіи въ трубу только при увеличеніи въ 5000 разъ большемъ, чѣмъ употребляются въ настоящее время.

Одновременно съ открытіемъ спектрально-двойныхъ звѣздъ на обсерваторіи Гарвардскаго колледжа было сдѣлано такое же открытіе въ Потсдамѣ. Но здѣсь двойственность звѣзды обнаружилось не по періодическому двоенію линій, а по періодическому колебанію линіи въ ту и другую сторону относительно средняго положенія въ спектрѣ. Ясно, что въ такомъ случаѣ мы имѣемъ дѣло съ системой, въ которой одно тѣло достаточно ярко, а другое слабѣе, такъ что его спектръ не виденъ на фонѣ яркаго спектра перваго тѣла. Но что система дѣйствительно сложная, на это указываетъ періодическое смѣщеніе линій къ красному и къ фіолетовому концу спектра, свидѣтельствующее о движеніи тѣла по направленію къ намъ, а потомъ временномъ

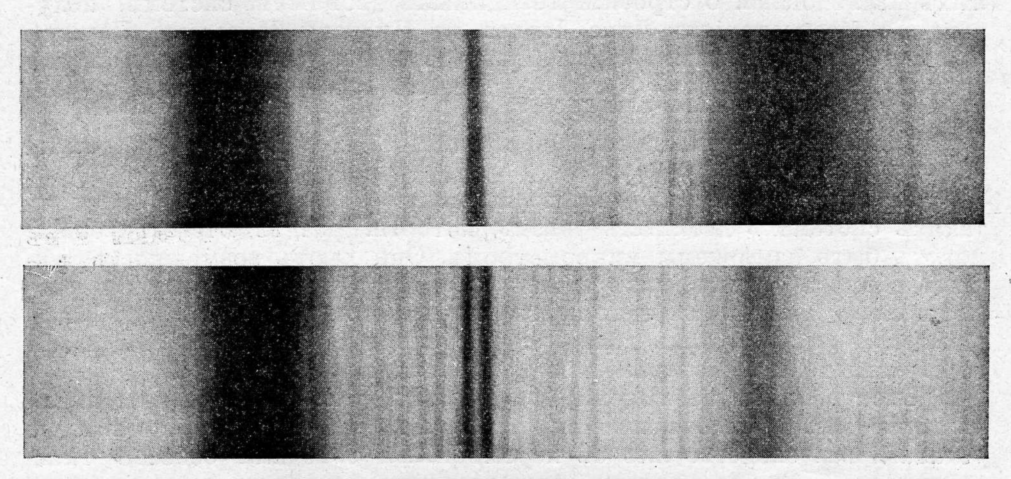


Рис. 67. Двоеніе линій въ спектрѣ звѣзды бэты Возничаго.

удаленіи отъ насъ, какъ происходитъ въ круговомъ движеніи каждаго тѣла въ сложной двойной системѣ.

Первая звѣзда, двойственность которой открыта такимъ образомъ въ Потсдамѣ, была Альголь (бэта Персея), извѣстная перемѣнная звѣзда съ правильнымъ измѣненіемъ блеска въ теченіе 9 часовъ. Естественное объясненіе этого измѣненія заключалось въ томъ, что вокругъ яркаго Альголя движется темный спутникъ, плоскость орбиты котораго проходитъ черезъ нашу солнечную систему. Когда спутникъ закрываетъ отъ насъ главную звѣзду, яркость послѣдней становится меньше; когда онъ проходитъ мимо, она опять увеличивается. Но прежде такое строеніе системы Альголя было гипотезой, теперь, благодаря спектральнымъ наблюденіямъ, оно становится фактомъ.

По измѣреніямъ тѣхъ смѣщеній, которыя имѣютъ линіи въ спектрѣ Альголя, можно было опредѣлить скорости по лучу зрѣнія въ различные моменты, а по нимъ вычислить и орбиты, по которымъ движутся тѣла, составляющія системы, а также ихъ размѣры. Въ первомъ приближеніи, въ предположеніи круговой орбиты, оказалось:

Діаметръ главной звѣзды . . . . 1.700.000 километровъ.
Діаметръ спутника . . . . 1.300.000 „
Разстояніе ихъ центровъ . . . . . . 5.180.000 „
Скорость главной звѣзды въ орбитѣ . 42 „
Скорость спутника . . . . 80 „
Скорость всей системы . . . . 4 „

причемъ система удаляется отъ насъ.

Масса тѣлъ . . . . $\frac{4}{9}$ и $\frac{2}{9}$ солнечной массы.
Время обращенія . . . . 2 дня 23 часа.

За первыми открытіями послѣдовали другія. Ихъ число особенно возросло, когда стали фотографировать звѣздные спектры съ помощью гигантскихъ рефракторовъ и свѣтосильныхъ рефлекторовъ. Богатый матеріалъ, послужившій для цѣлаго ряда въ высшей степени интересныхъ изслѣдованій о строеніи невидимыхъ двойныхъ системъ, полученъ на обсерваторіяхъ Лика, Іеркса, въ Пулковѣ, Потсдамѣ, Парижѣ и Аллегени. Для многихъ спектрально-двойныхъ звѣздъ оказалось уже возможнымъ вычислить орбиты и выяснить строеніе системъ.

По спектральнымъ наблюденіямъ найдено объясненіе для измѣненія яркости многихъ перемѣнныхъ звѣздъ, какъ, напримѣръ, дельты Цефи, беты Лиры.

Спектральныя наблюденія расширили область изслѣдованія и въ такихъ системахъ двойныхъ звѣздъ, которыя раздѣляются трубой и могутъ быть измѣряемы микрометромъ. Они даютъ возможность рѣшить вопросъ о томъ, какъ наклонена орбита спутника, каковы размѣры ея въ линейныхъ единицахъ, на какомъ разстояніи отъ насъ находится система, какъ движется она въ пространствѣ, каковы массы ея составляющихъ по сравненію съ массой нашего солнца.

Спектральныя наблюденія даютъ намъ главнѣйшія основы и для уясненія загадочнаго появленія такъ называемыхъ *новыхъ* звѣздъ, устанавливая сходство ихъ съ перемѣнными звѣздами особаго типа, къ которому, между прочимъ, принадлежитъ извѣстная звѣзда южнаго неба *эта* Аргуса. Яркость этой звѣзды измѣняется крайне неправильно. Иногда звѣзда почти совершенно скрывается отъ взоровъ на много лѣтъ, иногда же вспыхиваетъ и горитъ какъ звѣзда 2-ой и 1-ой величины. Въ 1838 году она была по яркости равна звѣздѣ альфа Центавра, въ 1843 г.—даже Сиріусу, а теперь видна только въ трубы.

По тѣмъ даннымъ, которыя мы имѣемъ въ настоящее время, новыя звѣзды лучше было бы называть *временными*. Повидимому, эти небесныя тѣла вовсе не появляются вновь на небѣ, а они лишь возгораются неожиданно и становятся намъ видны въ теченіе нѣкотораго времени. Вѣроятно, они и раньше всегда находились на томъ же мѣстѣ, гдѣ мы ихъ видимъ. Они представляютъ, какъ можно думать, солнца уже значительно охладившіяся, солнца темныя, покрывшіяся корой. Но кора эта еще не такъ плотна, она подъ вліяніемъ нѣкоторыхъ причинъ ломается. Тогда изнутри наружу выбрасываются газы, которые производятъ явленіе мірового пожара. Мы наблюдаемъ его въ видѣ временно возгорѣвшейся звѣзды. За главнымъ взрывомъ могутъ слѣдовать другіе. Поэтому мы никогда не наблюдаемъ въ новыхъ звѣздахъ постепеннаго ослабленія блеска, оно происходитъ съ

періодически повторяющимися вспышками, въ соотвѣтствіи съ которыми наблюдаются также періодическія измѣненія спектра, и, въ концѣ концовъ, то, что мы наблюдали, какъ новую звѣзду, обращается въ туманность, на что указываетъ спектръ и фотографія.

Число новыхъ звѣздъ, открытыхъ за послѣдніе годы, очень велико. Особенно интересныя наблюденія были сдѣланы надъ новой звѣздой въ созвѣздіи Персея (1901 г.) и новой въ созвѣздіи Близнецовъ (1912 г.), отличавшихся своею яркостью.

Звѣздныя скопленія, туманности, Млечный Путь. Только съ примѣненіемъ фотографіи становятся возможными детальныя изслѣдованія звѣздныхъ скопленій. Кромѣ общей формы, общей картины распредѣленія звѣздъ, въ такихъ образованіяхъ интересны тѣ движенія, которыя необходимо должны имѣть звѣзды. Они могли бы намъ разсказать о механическихъ законахъ, господствующихъ въ этихъ отдаленныхъ системахъ. Но чтобы замѣтить эти перемѣщенія, надо сравнить относительныя положенія звѣздъ въ скопленіи для различныхъ моментовъ, отдаленныхъ одинъ отъ другого многими годами, надо измѣрять, слѣдовательно, положенія звѣздъ въ скопленіи нѣсколько разъ. И раньше было нѣсколько попытокъ такого рода измѣреній непосредственно при наблюденіи въ трубу. Но попытки эти все же оставались единичными и не имѣли того значенія, какъ современныя измѣренія фотографическихъ снимковъ.

Чтобы измѣрить положеніе огромнаго числа звѣздъ, входящихъ въ скопленіе, надо затратить очень много времени—поневолѣ ограничивались наиболѣе яркими звѣздами. Измѣренія непосредственно у трубы часто приходилось дѣлать при очень неудобномъ положеніи наблюдателя: въ зависимости отъ положенія скопленія на небѣ, они производились по частямъ въ различные дни, слѣдовательно, при различныхъ атмосферныхъ условіяхъ и растягивались на годы; они не были, такимъ образомъ, однородны, сравнимы во всѣхъ своихъ частяхъ. Могли сказаться при этомъ и смѣщенія звѣздъ.

Теперь съ помощью фотографіи для даннаго момента получается изображеніе всего звѣзднаго скопленія. Онъ остается намъ навсегда. Мы измѣряемъ его въ теплой комнатѣ при удобномъ положеніи.

И наши результаты дадутъ дѣйствительную картину относительнаго распредѣленія звѣздъ, которая соотвѣтствуетъ опредѣленному моменту.

Что касается числа звѣздъ въ скопленіи, то на фотографическомъ снимкѣ ихъ вообще можно получить больше, чѣмъ въ трубу. При 25-ти часовой экспозиціи Стратоновъ получилъ, напримѣръ, въ Плеядахъ 6614 звѣздъ.

Интересные результаты получены за послѣднее время при опредѣленіи яркости звѣздъ въ скопленіяхъ. Нѣкоторыя изъ нихъ оказались богаты перемѣнными звѣздами; по изслѣдованіямъ на обсерваторіи Гарвардскаго колледжа, напримѣръ, оказалось, что въ

скопленіи по катологу Мессье №	На число изслѣдованныхъ звѣздъ:	Число перемѣнныхъ:
3	900	133
5	900	85
15 и т. д.	900	51



Рис. 68. Большая туманность въ созв. Андромеды.

При этомъ характеръ измѣненія у многихъ перемѣнныхъ въ одномъ и томъ же скопленіи часто оказывается одинаковъ.

Несомнѣнно, что нѣкоторыя туманности представляютъ собой отдаленныя звѣздныя скопленія, въ которыхъ мы не можемъ разглядѣть отдѣльныхъ звѣздъ. О природѣ этихъ скопленій мы судимъ по ихъ спектру; многія подробности ихъ строенія обнаружила фотографія, особенно за послѣднее время съ примѣненіемъ свѣтосильныхъ рефлекторовъ. Много интересныхъ формъ фотографія показала и въ газовыхъ туманностяхъ.

Чрезвычайно интересна слоистость, какъ бы кольца въ большой туманности Андромеды (рис. 68).

Первобытный хаосъ чувствуется въ туманности, окружающей звѣзду тэту Оріона (рис. 69).

Необыкновенно отчетливо выступаютъ детали въ спиральной туманности Гончихъ Собакъ (рис. 70).

Только слабыя намеки на то, что видно теперь на прекрасныхъ снимкахъ, полученныхъ на обсерваторіи Лика, Іеркса и Солнечной, были доступны наблюденію въ свѣтосильные рефлекторы В. Гершеля и лорда Росса. Но особенно удивительное спиральное строеніе фотографія обнаружила не только въ туманностяхъ Гончихъ Собакъ и созв. Дѣвы, какъ наблюдали раньше, а также въ огромномъ числѣ другихъ болѣе слабыхъ туманностей. Форма спиралей въ различныхъ случаяхъ различна, но это можетъ обусловливаться тѣмъ обстоятельствомъ, что спирали повернуты къ намъ различнымъ образомъ. Какъ будто бы преобладаетъ одна форма—веретена съ кольцами въ утол-

щеніи. При различныхъ поворотахъ по отношенію къ лучу зрѣнія мы и получаемъ различные виды спиральныхъ туманностей. Спиральныя туманности даютъ намъ идею о томъ, какъ формировались міры путемъ уплотненія матеріи вокругъ нѣкоторыхъ центровъ. Въ параллель съ этими туманностями можно поставить остатки первобытнаго тумана около нѣкоторыхъ звѣздъ, какъ, напримѣръ, въ звѣздномъ скопленіи Плеядъ (рис. 28).

Однимъ изъ самыхъ интересныхъ результатовъ послѣднихъ лѣтъ является открытіе съ помощью фотографіи большого числа туманностей—какъ отдѣльныхъ, малыхъ, опредѣленной формы, такъ и обширныхъ безформенныхъ массъ въ различныхъ частяхъ неба. Въ одной



Рис. 69. Большая туманность въ созв. Оріона.

небольшой части созвѣздія „Волосы Вероники“ на одной фотографической пластинкѣ, обнимающей 7 градусовъ по прямому восхожденію и $4^1/_2$ градуса по склоненію, проф. Вольфъ въ Гейдельбергѣ нашелъ 1.528 туманныхъ пятенъ, изъ которыхъ раньше было извѣстно только 79, т. е. всего $5^0/_0$. Экспозиція продолжалась $2^1/_2$ часа, обработка потребовала нѣсколько мѣсяцевъ. Крайне разнообразны формы этихъ туманностей. Среди нихъ есть круглыя съ центральнымъ уплотненіемъ, круглыя со спиральнымъ строеніемъ, есть овальныя, подобныя туманности Андромеды, встрѣчаются планетарныя, имѣющія видъ круглаго размытаго диска безъ всякаго уплотненія къ центру, много и различныхъ неправильныхъ формъ, какъ, напримѣръ, въ видѣ отдѣльныхъ прямыхъ лучей, исходящихъ изъ нѣкотораго центра, въ



Рис. 70. Спиральная туманность въ созв. Гончихъ Собакъ.

видѣ полосъ, отдѣленныхъ болѣе или менѣе темными промежутками. Особенно интересны такъ называемыя цѣпи. Онѣ исходятъ всегда изъ центра звѣзды или туманнаго пятна и на далекомъ протяженіи, постоянно извиваясь, соединяютъ удаленныя другъ отъ друга туманныя



Рис. 71. Темные каналы въ Млечномъ Пути, по фотографіи Барнарда.

массы или свѣтлыя звѣзды съ туманностями. Эти цѣпи въ общемъ очень тонки, часто онѣ состоятъ изъ большого числа маленькихъ узловъ, которые напоминаютъ жемчугъ на ниткѣ.

Подобныя группы малыхъ туманностей открыты во многихъ другихъ частяхъ неба. Такъ, интересно скопленіе 514 туманностей вокругъ большой туманности въ созвѣздіи Треугольника, извѣстный подъ № 33 каталога Мессье. По расположенію ихъ Вольфъ устанавливаетъ связь ихъ съ большой туманностью; повидимому въ данномъ случаѣ мы имѣемъ дѣло съ одной гигантской спиральной туманностью въ 8 градусовъ радіусомъ, въ которой туманность Мессье № 33 представляетъ центральной болѣе плотную, а остальныя малыя—узлы въ различныхъ вѣтвяхъ спирали. Большая группа изъ 124 туманностей найдена въ созвѣздіи Персея.



Рис. 72. Мѣсто въ Млечномъ Пути, по фотографіи Барнарда.

Такими туманностями богаты также созвѣздія Дѣвы и Льва. Фотографіей установлено, что не только яркія звѣзды въ Плеядахъ окружены туманной матеріей, но что все скопленіе охвачено слабой туманностью, распространяющейся на нѣсколько градусовъ.

Подобнымъ образомъ гигантская туманность покрываетъ большую часть огромнаго созвѣздія Оріона.

Большія массы первобытнаго тумана встрѣчаются въ различныхъ частяхъ Млечнаго Пути, какъ имѣемъ, напримѣръ, на рис. 72.

Весьма замѣчательно, что около краевъ туманныхъ массъ всегда видна темныя мѣста, лишенныя почти совершенно звѣздъ. Эти „угольные мѣшки“, которыхъ такъ много оказалось въ Млечномъ Пути, какъ будто бы, дѣйствительно, пустоты, изъ которыхъ матерія отодвинута



къ опредѣленнымъ центрамъ сгущенія. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ Млечнаго Пути, какъ видно на прекрасныхъ снимкахъ Барнарда, пустоты представляютъ какъ бы каналы, причемъ въ одномъ концѣ такого канала находится звѣзда или уплотненная туманная масса—какъ будто какое-то тѣло, проходя чрезъ туманную массу, забирало вокругъ себя матерію и оставляло сзади пустоту (рис. 71).

Были попытки опредѣлить разстоянія нѣкоторыхъ туманностей. Но тѣ результаты, которые при этомъ получены, являются единичными и могутъ вызывать сомнѣнія.

Болѣе успѣшны были опредѣленія движенія туманностей по лучу зрѣнія. Наибольшая скорость, по наблюденіямъ на обсерваторіи Лика, оказалась 65 километровъ въ секунду, средняя 27 килом. Эти числа нашли себѣ подтвержденіе въ позднѣйшихъ изслѣдованіяхъ въ Потсдамѣ. Туманность Оріона, между прочимъ, удаляется отъ насъ со скоростью 18 километровъ въ секунду.

Интересны изслѣдованія относительно состава туманностей. Проф. Гартманъ, между прочимъ, фотографировалъ различныя части туманности Оріона съ помощью особаго спектографа, оптическія части котораго были сдѣланы изъ кварца, чтобы возможно меньше терялось свѣта. Онъ замѣтилъ особенную интенсивность ультра-фіолетовыхъ лучей и потому сдѣлалъ попытку сфотографировать всю туманность только въ этихъ лучахъ, наложивши на фотографическую пластинку соотвѣтствующій свѣто-фильтръ.

Изслѣдованія Гартмана показали, что туманность Оріона состоитъ изъ водорода и двухъ неизвѣстныхъ газовъ, изъ которыхъ тотъ, который посылаетъ ультра-фіолетовые лучи, является преобладающимъ изъ всѣхъ трехъ газовъ.

Эта обширная область представляетъ неисчерпаемый рядъ разнообразныхъ задачъ.

Космогоническія теоріи. Тѣ удивительные результаты, которые получены за послѣднее время, не могли, конечно, не повлiять на измѣненіе нашихъ взглядовъ на то, какъ возникла наша солнечная система, какъ образовались далекіе звѣздные міры. Являются различныя дополненія и поправки къ знаменитой Канто-Лапласовой теоріи. Предлагаются новыя гипотезы. Въ спискѣ астрономовъ, которые заняты этими вопросами, мы встрѣтимъ имена такихъ выдающихся ученыхъ, какъ Си, Мультонъ, Пуанкаре. Многіе изъ тѣхъ соображеній, которыя приводятъ эти математики-философы, весьма остроумны и правдоподобны, но въ общемъ все-таки многое остается неопредѣленнымъ, гипотетичнымъ. Наши знанія еще слишкомъ малы для рѣшенія конечныхъ вопросовъ, и созданіе общей космогонической теоріи есть задача будущаго.



ОГЛАВЛЕНІЕ.

НОВЫЯ ОБСЕРВАТОРІИ.

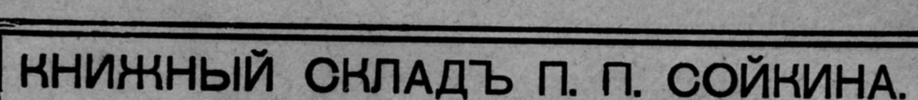
СТР.
Въ Ниццѣ 3
Лика 4
Іеркса . . . . . —
Солнечная на горѣ Вильсонъ 6
Ловэля 16
Въ Аллегени . . . . . —
На горѣ Кёнигштуль 17
Въ Бергедорфѣ близъ Гамбурга . . . . . —
Нейбабель близъ Берлина 18
На Арекиппѣ, отдѣленіе Гарвардской . . . . . —
Обновленіе обсерваторіи въ Сантъ-Яго (Чили) . . . . . —
Пулковскія отдѣленія въ Николаевѣ и Симеизѣ 19
Карта распредѣленія обсерваторій 21

МЕТОДЫ ИЗСЛѢДОВАНІЯ.

Фотографія 22
Спектральный анализъ 25
Фотометрія 29
Стереоскопъ въ астрономіи 30
Цвѣтные фильтры 35
Кинематографическіе снимки 37

ГЛАВНѢЙШІЯ ЗАДАЧИ СОВРЕМЕННОЙ АСТРОНОМІИ.

Возникновеніе однѣхъ задачъ изъ другихъ 38
Колебаніе полюса 41
Приливы въ твердой земной корѣ 42
Изслѣдованія солнца 43
Исторія луны 48
Планеты 51
Кометы 54
Возвращеніе кометы Галлея въ 1910 г. 56
Разстоянія звѣздъ 58
Собственныя движенія звѣздъ 62
Движеніе солнечной системы въ пространствѣ . . . . . —
Общія движенія звѣздъ 64
Температура звѣздъ 65
Распредѣленіе звѣздъ въ пространствѣ 67
Астрономія невидимаго 69
Звѣздныя скопленія, туманности, Млечный Путь 73
Космогоническія теоріи 78



Тип. П. П. Сойкина.